

## FLEXIBLE LIGHTING SEGMENT

**Publication number:** DE10297286T

**Publication date:** 2004-10-28

**Inventor:** PANAGOTACOS GEORGE W (US); PELKA DAVID G (US)

**Applicant:** TELEDYNE LIGHTING AND DISPLAY (US)

**Classification:**

**- international:** *F21S4/00; F21V5/04; G09F13/22; F21V19/00; F21S4/00; F21V5/00; G09F13/22; F21V19/00; (IPC1-7): H05B35/00; G05F1/00; H05B37/00; H05B37/02; H05B41/16*

**- european:** F21S4/00B2; F21V5/04; G09F13/22

**Application number:** DE20021097286T 20021015

**Priority number(s):** US20010982519 20011016; WO2002US32763 20021015

**Also published as:**

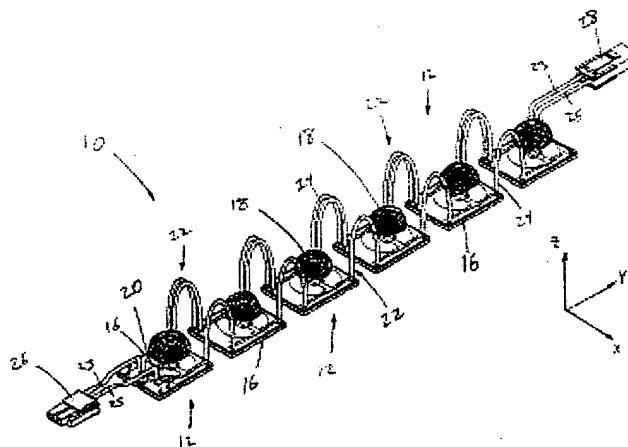
WO03034792 (A1)  
US6566824 (B2)  
US2003071581 (A1)  
GB2395075 (A)  
CA2462948 (A1)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE10297286T

Abstract of corresponding document: **US2003071581**

An illumination apparatus comprises a lighting segment that includes a plurality of lighting sections. Each of the sections comprises a printed circuit board having a solid state optical emitter mounted thereon. The sections are interconnected by printed circuit board connectors, which serially position the printed circuit boards with edges of adjacent printed circuit boards proximate to each other. The connectors are deformable to alter the orientation in response to an applied force. The sections are electrically connected to each other such that the solid state optical emitters are electrically connected in series. The segment has a current regulator that controls current through the solid state optical emitter.





(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 97 286 T5 2004.10.28

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 03/034792**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **102 97 286.9**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/32763**  
(86) PCT-Anmeldetag: **15.10.2002**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.04.2003**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **28.10.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **H05B 35/00**  
**H05B 37/00, H05B 37/02, H05B 41/16,**  
**G05F 1/00**

(30) Unionspriorität:  
**09/982,519 16.10.2001 US**

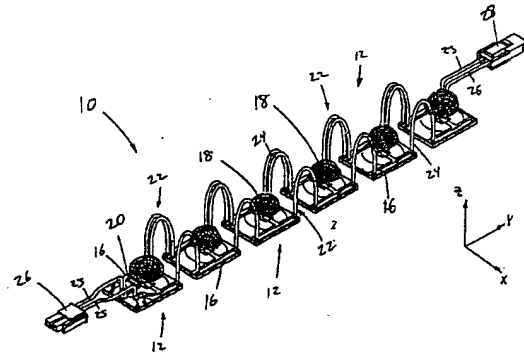
(71) Anmelder:  
**Teledyne Lighting and Display Products, Inc., Los Angeles, Calif., US**

(74) Vertreter:  
**Patent- und Rechtsanwälte Kraus & Weisert, 80539 München**

(72) Erfinder:  
**Panagotacos, George W., Corona, Calif., US;**  
**Pelka, David G., Los Angeles, Calif., US**

(54) Bezeichnung: **Flexibles Beleuchtungssegment**

(57) Hauptanspruch: Beleuchtungsvorrichtung, umfassend ein Beleuchtungssegment umfassend eine Vielzahl von Beleuchtungsabschnitten, wobei jeder der Abschnitte eine gedruckte Schaltung mit einem darauf angebrachten optischen Festkörperemitter umfasst, wobei die Abschnitte durch Verbinder für gedruckte Schaltungen verbunden sind, welche die gedruckten Schaltungen seriell positionieren, wobei Kanten benachbarter gedruckter Schaltungen nahe beieinander liegen, wobei die Verbinder deformierbar sind, um die Ausrichtung in Abhängigkeit von einer wirkenden Kraft zu ändern, wobei die Abschnitte elektrisch derart miteinander verbunden sind, dass die optischen Festkörperemitter elektrisch in Serie verbunden sind, wobei das Segment einen Stromregulator aufweist, welches einen Strom durch die optischen Festkörperemitter steuert.



## Beschreibung

### Hintergrund der Erfindung

#### Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Beleuchtung und insbesondere auf eine Beleuchtung, welche eine Vielzahl von optischen Festkörperemittern wie Leuchtdioden (LEDs) benutzen.

#### Beschreibung des verwandten Standes der Technik

**[0002]** Eine Form von sowohl im Hause als auch im Freien benutzter Beschilderung ist eine Führungsbeleuchtung ("channel lighting"). Ein beispielsweise Metall umfassender/s und in Form eines Buchstabens oder eines Zeichens ausgebildeter Kanister oder ausgebildetes Gehäuse beherbergt eine Lichtquelle wie eine oder mehrere Glühbirnen. Das Gehäuse weist eine lichtdurchlässige Oberfläche auf, welche ebenso die Form des Buchstabens/Zeichens annimmt. In beleuchtetem Zustand wird Licht von der Lichtquelle durch die lichtdurchlässige Oberfläche ausgesendet, was ein helles Gebiet in der Form des Buchstabens oder Zeichens erzeugt. Der Nachteil von herkömmlicher Führungsbeleuchtung ist, dass die Glühbirnen durchbrennen und einen Ersatz erfordern; ein derartiger Ersatz bereitet Unannehmlichkeiten und ist kostspielig. Um dieses Problem zu lösen, werden die Glühbirnen derzeit durch optische Festkörperemitter, wie LEDs, ersetzt, welche in dem Gehäuse angeordnet werden. Die LEDs, welche effektiv Punktquellen sind, erzeugen jedoch helle lokalisierte Gebiete, welche hier als Lichtflecken bezeichnet werden, welche durch die lichtdurchlässige Oberfläche sichtbar sind. Solche Lichtflecken lenken ab und sind ästhetisch unbefriedigend.

**[0003]** Was daher gebraucht wird, ist eine Beleuchtungsanordnung, um die Führungsbeleuchtung gleichförmig zu beleuchten.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0004]** Bei einem Aspekt der Erfindung umfasst eine Beleuchtungsanordnung ein Beleuchtungssegment, welches eine Vielzahl von Beleuchtungsabschnitten umfasst. Jeder der Abschnitte umfasst eine gedruckte Schaltung oder Leiterplatte mit einem darauf angebrachten optischen Festkörperemitter. Die Abschnitte sind durch Verbinder bzw. Stecker für gedruckte Schaltungen miteinander verbunden, welche die gedruckten Schaltungen hintereinander positionieren, wobei Kanten benachbarter gedruckter Schaltungen nahe beieinander sind. Die Verbinder sind deformierbar, um die Ausrichtung abhängig von einer angewendeten Kraft zu ändern. Die Abschnitte sind derart elektrisch miteinander verbunden, dass die optischen Festkörperemitter elektrisch in Serie verbunden sind.

Die Segmente weisen einen Stromregler auf, welcher einen Strom durch den optischen Festkörperemitter steuert.

**[0005]** Bei einem anderen Aspekt der Erfindung umfasst eine Beleuchtungsanordnung ein Beleuchtungssegment, umfassend eine Vielzahl von elektrisch miteinander verbundenen Abschnitten. Benachbarte Abschnitte sind flexibel miteinander durch Verbindungen verbunden, welche eine relative Bewegung zwischen ihnen ermöglichen. Jeder der Abschnitte umfasst einen optischen Festkörperemitter und ein optisches Element. Zumindest ein optisches Element ist ein erstes brechendes Element und zumindest ein anderes optisches Element ist ausgewählt aus der Gruppe, welche besteht aus (1) einem zweiten brechenden Element mit von dem ersten brechenden Element verschiedenen Brechungseigenschaften und (2) einem optischen Ablenker mit einer Oberfläche mit innerer Totalreflexion.

**[0006]** Ein anderer Aspekt der Erfindung umfasst ein Verfahren zum Beleuchten eines lang gestreckten Streifens von lichtdurchlässigem Material. Dieses Verfahren umfasst es, eine Vielzahl von in Serie geschalteten Leuchtdioden mit Energie zu versorgen, so dass sie Licht emittieren. Das Licht tritt ausgehend von der Vielzahl von Leuchtdioden durch eine Vielzahl von jeweiligen optischen Elementen hindurch. Jedes der Vielzahl von optischen Elementen erzeugt ein lang gestrecktes Muster mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Intensität über das Muster. Die lang gestreckten Beleuchtungsmuster werden schuppenartig überlappt, um den lang gestreckten Streifen aus lichtdurchlässigem Material im Wesentlichen gleichförmig zu beleuchten.

**[0007]** Bei noch einem anderen Aspekt der Erfindung umfasst eine Beleuchtungsanordnung eine segmentierte Stützstruktur, umfassend eine Vielzahl von Abschnitten, welche beweglich miteinander verbunden sind. Eine Vielzahl von jeweiligen Punktquellen ist auf der Vielzahl von jeweiligen Abschnitten angebracht, und eine Vielzahl von jeweiligen nicht rotationssymmetrischen Linsen ist auf der Vielzahl von jeweiligen Abschnitten angebracht, um Licht von der Vielzahl von jeweiligen Lichtquellen zu empfangen.

**[0008]** Jedes der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele kann in Verbindung mit Führungsbeleuchtung, Bandbeleuchtung und/oder Kontur- oder betonter Beleuchtung beispielsweise an Gebäuden oder anderen architektonischen Strukturen benutzt werden. Bandlichter werden in der internationalen Patentanmeldung PCT/US00/18002 mit dem Titel "Beleuchtungsanordnung", publiziert als internationale Publikation WO 01/07828 A1 am 1. Februar 2001, diskutiert. Anwendungen der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele sind jedoch nicht auf diese beschränkt.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0009] Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines flexiblen Beleuchtungssegments, umfassend eine Vielzahl von Festkörperemittern, beispielsweise LEDs, von denen jeder auf einer getrennten gedruckten Schaltung (PCB) angebracht ist, welche voneinander getrennt sind aber flexibel durch elektrische Verdrahtung miteinander verbunden sind,

[0010] Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht eines Schildes, welches durch Führungsbeleuchtung gebildete Blockbuchstaben umfasst,

[0011] Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht eines Schildes, welches Leuchtbuchstaben eines anderen Schriftsatzes umfasst,

[0012] Fig. 4 zeigt eine Draufsicht einer beispielhaften Führungsbeleuchtung, wobei eine Vielzahl von flexiblen Beleuchtungssegmenten gezeigt ist, welche unter Benutzung von elektrischen Verbindungen zusammen aufgereiht sind,

[0013] Fig. 5 ist ein schematisches Blockdiagramm, welches das eine Vielzahl von elektrisch miteinander verbundenen Beleuchtungsabschnitten umfassende Beleuchtungssegment zeigt,

[0014] Fig. 6 ist ein schematisches Schaltbild, welches seriell mit dem Ausgang eines Stromregulators wie in dem flexiblen Beleuchtungssegment von Fig. 1 und 5 verbundene LEDs zeigt,

[0015] Fig. 7 ist eine schematische Veranschaulichung, welche die Verteilung von Licht von jeder der LEDs auf der lichtdurchlässigen Oberfläche der Führungsbeleuchtung zeigt,

[0016] Fig. 8A und 8B sind perspektivische Ansichten eines beispielhaften optischen Elements, hier als segmentierte Linse bezeichnet, welches in Fig. 1 gezeigt ist,

[0017] Fig. 9 ist eine perspektivische Ansicht eines anderen Ausführungsbeispiels des flexiblen Beleuchtungssegments, welches LEDs mit herkömmlichen kugelförmigen Packungslinsen umfasst,

[0018] Fig. 10 ist ein Querschnitt der LED aus Fig. 9, welcher zeigt, wie ein Lichtkegel von ihr ausgesendet wird,

[0019] Fig. 11 ist noch ein anderes Ausführungsbeispiel des flexiblen Beleuchtungssegments, wobei die LED eine flache Oberseite aufweist,

[0020] Fig. 12 ist ein Querschnitt der LED aus Fig. 11, welcher zeigt, wie ein Lichtkegel von ihr ausgesendet wird,

[0021] Fig. 13 ist ein anderes Ausführungsbeispiel des flexiblen Beleuchtungssegments, wobei das optische Element über der LED eine Linse umfasst, welche eine angepasste brechende Oberfläche aufweist, um eine gleichförmige Intensität im Fernfeld bereitzustellen, und welche als BugEye™ Linse bezeichnet wird,

[0022] Fig. 14 ist eine Querschnittsansicht einer der BugEye™ Linsen aus Fig. 13, welche einen von ihr ausgesendeten Lichtkegel zeigt,

[0023] Fig. 15 ist noch ein anderes Ausführungsbeispiel des flexiblen Beleuchtungssegments, wobei das optische Element über der LED einen optischen Ablenker umfasst, welcher Licht lateral emittiert, und

[0024] Fig. 16 ist ein Querschnitt des optischen Ablenkens, welcher zeigt, wie Licht von ihm ausgesendet wird.

Detaillierte Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

[0025] Wie in Fig. 1 gezeigt, kann ein flexibles Beleuchtungssegment 10 eine Vielzahl von flexibel miteinander verbundenen Beleuchtungsabschnitten 12 umfassen. Das Beleuchtungssegment 10 kann beispielsweise 3, 4 5, 6 oder mehr derartige Abschnitte umfassen. Jeder Abschnitt 12 umfasst einen (nicht gezeigten) auf einer Basis 16 angebrachten optischen Festkörperemitter 14. Der optische Festkörperemitter 14 kann eine Vielfalt von Festkörperlichtquellen wie Laserdioden umfassen, aber umfasst bevorzugt Leuchtdioden (LEDs). Derartige Leuchtdioden können Halbleiterbauelemente sein. Beispielhafte Leuchtdioden umfassen Halbleiter wie AlInGaP, InGaN, und AlGaAs und sind von LumiLeds, Cree Inc., Nichia, UEC etc. erhältlich. Organische LEDs oder andere Arten von bekannten oder noch zu entwickelnden Dioden können ebenso verwendet werden. Obwohl LEDs bevorzugt sind, können als Alternative andere Quellen optischer Strahlung benutzt werden; LEDs bieten jedoch den Vorteil einer langen Lebensdauer, einer hellen Ausgabe, einer hohen Effizienz und geringer Kosten.

[0026] Die optischen Festkörperemitter 14 können mit einem optischen Element 18 wie einer darauf ausgebildeten oder daran befestigten Linse ausgerüstet sein. Fig. 1 zeigt ein brechendes optisches Element, welches an der LED 14 anhängt, um zu steuern, wie das Licht von dem optischen Emitter emittiert wird. In diesem Fall ist das optische Element 18 eine segmentierte Linse, welche im US-Patent Nr. 5,924,788, erteilt an Parkyn, Jr. am 20. Juli 1999, beschrieben ist. Dieses spezielle optische Element 18 weist eine Vielzahl von Oberflächennormalen auf, welche ausgewählt sind, den gewünschten Ausgangsstrahl mit der gewünschten Intensitätsverteilung

lung, z.B. ein besonders hohes Maß an Gleichförmigkeit, zu erzeugen. Dementsprechend können diese segmentierten Linsen an die besondere Anwendung angepasst werden. Beispielhafte segmentierte Linsen sind von Teledyne Lighting and Display Products aus Hawthorne, Kalifornien erhältlich und werden unter den Handelsnamen Black Hole™, Hammerhead™ und BugEye™ verkauft. Andere optische Elemente 18, um einen von dem Festkörperemitter 14 ausgehenden Strahl maßzuschneidern, sowohl in der Technik wohl bekannte als auch noch zu entwerfende, können ansonsten verwendet werden. Bevorzugt ist das optische Element 18 physisch an dem Festkörperemitter 14 angebracht. Der Emitter 14 kann in einem im Wesentlichen optisch durchlässigen Material wie einem Polymermaterial oder einem Kunststoff eingeschlossen sein, welches bevorzugt eine Brechungsindexanpassung bereitstellt und eine Optik bildet, welche herkömmlich als Verpackung bezeichnet wird. Verschiedene andere Techniken, um ein optisches Element 18 vor der Lichtquelle 18 zu positionieren, werden ebenso als möglich betrachtet.

[0027] Die in Fig. 1 gezeigten optischen Festkörperemitter 14 sind an jeweiligen Basen 16 angebracht, welche hier als rechteckige planare Plattformen in jedem Abschnitt des flexiblen Beleuchtungssegments 10 gezeigt sind. Diese Plattformen 16 können eine gedruckte Schaltung (PCB) oder jede andere ausgedehnte Stützstruktur umfassen, welche eine Basis für die optischen Festkörperelemente 14 bietet. Die gedruckte Schaltung 16 bietet den Vorteil, dass sie elektrische Pfade 20 zu Schaltkreisen und zum Verbinden elektrischen Stroms mit dem optischen Festkörperemitter 14 umfasst. Diese gedruckte Schaltung 16 kann durch andere Stütz- oder Schutzstrukturen wie einen (nicht gezeigten) Rahmen ergänzt werden, welche in dem Beleuchtungsabschnitt 12 beinhaltet sind.

[0028] Wie dargestellt, ist jeder Beleuchtungsabschnitt 12 flexibel über ein oder mehrere flexible Verbindungen für gedruckte Schaltungen oder flexible Verbindungen 22 mit zumindest einem benachbarten Abschnitt verbunden. Diese flexiblen Verbindungen 22 sind biegsam und einfach deformierbar, so dass die Beleuchtungsabschnitte 12 in jede Richtung x, y oder z bewegt werden können. Beispielsweise können die Beleuchtungsabschnitte 12 auseinander gestreckt werden, wodurch die Entfernung zwischen ihnen erhöht wird, oder die Ausrichtung jedes Abschnitts kann in Bezug auf den anderen verändert werden. Dementsprechend kann das flexible Beleuchtungssegment 10 ausgestreckt oder ausgedehnt, gebogen oder geformt oder anders verzerrt werden, um geeignet die Anforderungen für die spezielle Anwendung zu erfüllen. Bevorzugt ist die flexible Verbindung 22 zudem derart formbar, dass die flexible Verbindung ihre Form behält oder deformiert bleibt, nachdem sie deformiert wurde. Dementspre-

chend kann das flexible Beleuchtungssegment 10 geformt und/oder ausgedehnt oder komprimiert oder anders angepasst werden, um der jeweiligen Anwendung zu entsprechen, und die einzelnen Abschnitte 12 des flexiblen Beleuchtungssegments 10 werden ihre Ausrichtung und ihren Abstand in Bezug zueinander im Wesentlichen behalten. Bevorzugt sind die flexiblen Verbindungen 22 hinreichend biegsam, um mit oder ohne Hilfe von Werkzeugen von Hand deformiert zu werden. Zudem sollten die flexiblen Verbindungen 22 derart sein, dass sie die Lichtemission von den optischen Festkörperemittern 14 nicht stören oder sie blockieren.

[0029] Die in Fig. 1 gezeigten flexiblen Verbindungen 22 umfassen einen elektrischen Draht bzw. ein elektrisches Kabel 24. Dieses Kabel 24 kann gebogen werden, aber weist eine hinreichende Dicke, auf, um die Biegung nach Entfernung der Biegekraft zu behalten. Dieses Kabel 24 dient zudem dazu, die Abschnitte 12 des flexiblen Beleuchtungssegments 10 elektrisch miteinander zu verbinden. Auf diese Weise kann der Vielzahl von optischen Emittoren 14 elektrischer Strom zugeführt werden. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst das Kabel 24 isolierten Draht mit Durchmesser 18 (eighteen gauge), es können jedoch andere Größen und Arten von Kabeln alternativ benutzt werden. Irgendeine Anzahl und/oder Art von anderen geeigneten flexiblen Verbindungen 22 kann genauso benutzt werden. Drei Kabel 24 sind gezeigt, welche benachbarte Beleuchtungsabschnitte 12 verbinden. Mehr oder weniger können benutzt werden. In diesem Fall sind drei ausgewählt, um die entsprechende elektrische Verbindung durch das flexible Beleuchtungssegment 10 bereitzustellen. Die Kabel 24 sollten von einer derartigen Länge und Art sein, dass sie die Emission des Lichts von den optischen Festkörperemittern 14 nicht stören oder blockieren. Die flexiblen Verbindungen 22 sind jedoch nicht auf Kabel 24 beschränkt und können leitend oder nicht leitend sein. Die Verbindungen 22 können beispielsweise leitende oder nicht leitende Streifen umfassen und können Nylon oder Delrin umfassen. Metall, welches sowohl leitend als auch biegsam ist, ist ein guter Kandidat. Eine Isolation kann ebenso bereitgestellt werden. Andere Materialien, anorganisch oder organisch, werden als möglich betrachtet. Das flexible Beleuchtungssegment 10 ist nicht auf einen bestimmten Typ von flexiblen Verbindungen 22 beschränkt und kann Verbindungen umfassen, welche hier nicht aufgelistet sind.

[0030] Von jedem Ende des flexiblen Beleuchtungssegments 10 erstreckt sich ein Paar von Leitungen 23, 25, welche zusammengebracht werden und in einen standardisierten elektrischen Verbinder bzw. Stecker 26, 28 eingepasst werden. Diese elektrischen Verbindungen 26, 28 passen mit anderen elektrischen Verbindern zusammen, um es zu ermöglichen, dass die Leitungen 23, 25 elektrisch mit einem ähnli-

chen Paar von Gegenspielerleitungen verbunden werden. Diese Verbinder 26, 28 erleichtern damit die Verbindung des flexiblen Beleuchtungssegments 10 mit anderen flexiblen Beleuchtungssegmenten und mit einer Stromversorgung. Die Vielzahl derartiger flexibler Beleuchtungssegmente 10 kann daher als Kette zusammengefügt werden, womit eine lange Kette von Lichtern erzeugt wird, welche bis zu ungefähr 65 bis 100 oder mehr optische Segmente und bis zu ungefähr 390 bis 600 oder mehr optische Emitter 14 umfasst. Die elektrischen Verbinder 26, 28 erlauben es zudem, elektrischen Strom mit der Vielzahl von flexiblen Beleuchtungssegmenten 10 zu koppeln. Ein Verbinder 26, derjenige, der näher an der Stromquelle liegt, kann als Eingangsverbinder bezeichnet werden, wobei der andere Verbinder 28 als Ausgangsverbinder bezeichnet wird, wobei die Spannung von der Stromversorgung zu dem Eingangsverbinder und über das Segment 10 zu dem Ausgangsverbinder übertragen wird. Die Art des elektrischen Verbinders 26, 28 ist nicht auf irgendeine besondere Art beschränkt. Bevorzugt wird jedoch ein männlicher und ein weiblicher Verbinder 26, 28 für die Eingänge und Ausgänge der Segmente bereitgestellt, so dass die Segmente einfach miteinander verbunden werden können, indem sie einfach eingerastet oder ineinander eingesetzt werden. Bevorzugt weisen diese Verbinder 26, 28 eine Isolation auf, um Kurzschlüsse zu vermeiden. Ein derartiger Verbinder 26, 28 kann einen herkömmlicherweise in elektrischen Geräten benutzten Stecker aus Kunststoff oder einem Polymer umfassen.

**[0031]** Obwohl es nicht in Fig. 1 gezeigt ist, weist jeder Abschnitt 12 ein daran angebrachtes Befestigungsmittel auf, um es somit dem Beleuchtungsabschnitt zu ermöglichen, an jegliche Anzahl von Objekten oder Oberflächen befestigt zu werden. Beispielsweise erlauben diese Befestigungsmittel, dass die flexiblen Beleuchtungssegmente 10 in einem Beleuchtungsgehäuse zum Beleuchten einer Führungsbeleuchtung befestigt werden. Das Beleuchtungssegment 10 ist jedoch nicht auf diesen Zweck beschränkt, und die Befestigungsmittel können daher anders angewendet werden. Dieses Befestigungsmittel kann mit der Basis 16 der Beleuchtungsabschnitte 12 oder mit einem äußeren wie einem oben diskutierten Rahmen verbunden sein. Das Befestigungsmittel kann doppelseitiges Klebeband, Magnete, Schrauben, Bolzen und Haken umfassen. Diese Liste ist jedoch nicht abschließend, da andere unterschiedliche Befestigungsmittel verwendet werden können. Klebstoff, Zement oder andere Arten von Haftmitteln können ebenso benutzt werden, um das Beleuchtungssystem 10 an einer bestimmten Oberfläche haftend zu befestigen.

**[0032]** Wie in Fig. 2 und 3 gezeigt, kann eine Führungsbeleuchtung 31 eine Auswahl an Formen annehmen, umfassend Druckbuchstaben (Fig. 2) und

andere stilisierte Zeichensätze (Fig. 3). Beispielhafte Führungsbeleuchtung 31 umfasst ein Gehäuse 30 mit Seitenwänden 32, einer Basis oder einem Boden 34, und eine vorderseitige im Wesentlichen optisch durchlässige Bahn oder Oberfläche 36, welche eine Hülle bildet, in welcher die Lichtquellen, wie ein oder mehrere der oben beschriebenen flexiblen Beleuchtungssegmente 10, beherbergt werden können. Die Führungsbeleuchtung 31 und dementsprechend die Seitenwände 32, der Boden 34 und die vorderseitige lichtdurchlässige Oberfläche 36 sind in der Form des gewünschten Zeichens oder des gewünschten Buchstabens geformt. Die Seitenwände 32 und der Boden 34 der Büchse können verschiedene Materialien beispielsweise Metall und Kunststoff, welche üblicherweise verwendet werden, umfassen. Die vorderseitige im Wesentlichen lichtdurchlässige Oberfläche oder Paneele 36 kann gefärbten Kunststoff oder Glas umfassen. Diese vorderseitige Paneele 36 kann zudem ein holographisches optisches Element (HOE) oder ein anderes beugendes optisches Element umfassen, derartige Elemente können vor oder hinter die vorderseitige Paneele platziert werden, um durch diese hindurch gesendetes Licht zu steuern. Bevorzugt wird das HOE benachbart zu der vorderseitigen Kunststoff- oder Glasoberfläche 36 im Inneren des Leuchtbuchstabens 30 oder der Bandbeleuchtung angeordnet. Andere Materialien können ebenso verwendet werden, bevorzugt ermöglicht diese vorderseitige Oberfläche 36 jedoch Licht, durch sie hindurch zu gehen, so dass die Führungsbeleuchtung 31 die Form eines leuchtenden Streifens, eines leuchtenden Zeichens oder eines leuchtenden Buchstabens annimmt. Die Farbe der vorderseitigen im Wesentlichen lichtdurchlässigen Oberfläche 36 ist nicht eingeschränkt und kann rot, weiß, blau, grün oder praktisch jede vorstellbare Farbe sein. Diese vorderseitige im Wesentlichen lichtdurchlässige Oberfläche 36 ist bevorzugt lichtdurchlässig und ist streuend, d.h. sie streut das Licht von der Lichtquelle in dem Gehäuse 30 und kann einen Streukörper wie einen holographischen Streukörper umfassen. Weiterhin ist das Innere des Gehäuses 30, d.h. die inneren Seitenwände 32 und der innere Boden 34, bevorzugt ebenso streuend. Die Oberflächen können beispielsweise mit einem weißen streuenden oder sonst spiegelnden Anstrich versehen sein, bevorzugt mit einer streuenden bzw. diffusen Reflektivität über 92%, oder mit anderen Materialien, welche eine spiegelnde/streuende Oberfläche erzeugen. Dementsprechend kann von der Lichtquelle in dem Gehäuse ausgesendetes Licht zufällig von den streuenden Oberflächen des Gehäuseinneren 30 gestreut werden. Obwohl einige spezifische Details der Ausgestaltung des Gehäuses hier beschrieben wurden, muss das flexible Beleuchtungssegment 10 nicht auf irgendeine bestimmte Ausgestaltung der Führungsbeleuchtung beschränkt sein.

**[0033]** Ein Grund, dass das flexible Beleuchtungs-

segment 10 vorteilhaft für die Benutzung in der Führungsbeleuchtung 31 ist, ist, dass die Beleuchtungsabschnitte 12 in jeglicher Weise angeordnet werden können und an jeglichem Ort platziert werden können und es daher ermöglichen, dass die Beleuchtung, wenn erwünscht, innerhalb des Gehäuses gleichförmig verteilt ist. Gleichförmige helle Führungsbeleuchtung ist bei verschiedenen Zeichen, Buchstaben und Schriftsätzen problematisch. Manche Gebiete der Führungsbeleuchtung 30 können beispielsweise heller oder dunkler erscheinen, wenn herkömmliche fluoreszierende Beleuchtung verwendet wird. Bestimmte Gebiete, in denen Abschnitte der Führungsbeleuchtung 30 zusammenlaufen, können heller erscheinen, während andere Gebiete, welche breit sind, düsterer sein können. Um diesen Effekten entgegenzuwirken, ermöglicht das flexible Beleuchtungssegment 10, dass eine höhere Konzentration von Beleuchtungsabschnitten 12 und optischen Emittoren 14 in Gebiete platziert wird, welche dazu neigen, düsterer zu sein, und einen höheren Abstand zwischen solchen Beleuchtungsabschnitten in Gebieten, welche sonst zu hell wären. In gleicher Weise kann der Abstand für optische Emittoren mit niedrigerer Intensität, wie weiße LEDs, verringert werden, oder der Abstand für hellere Quellen wie rote LEDs vergrößert werden. Der Abstand kann beispielsweise von etwa 1,5 bis 3 Zoll zwischen den Mittelpunkten von benachbarten optischen Emittoren 14 und bis zu etwa 18 Zoll zwischen den Abschnitten 10 reichen, abhängig von der Größe der Segmente. Der Abstand kann jedoch auch außerhalb dieser Spannen sein. In einem Ausführungsbeispiel sind die Basen 16 aneinander angebracht und können auseinander geschnappt und voneinander getrennt werden.

**[0034]** Um die Leuchtbuchstaben 30 zu beleuchten, werden die flexiblen Beleuchtungssegmente 10 in die Führungsbeleuchtung 31 wie in Fig. 4 gezeigt eingesetzt und bevorzugt darin so positioniert, dass sie den gewünschten Beleuchtungseffekt wie beispielsweise gleichförmige Beleuchtung bereitstellen. Andere Beleuchtungseffekte können ebenso wie gewünscht erzeugt werden, beispielsweise kann eine nicht gleichförmige Beleuchtung erwünscht sein, um unterschiedliche Ergebnisse, wie Schattierung, zu erzeugen, oder um andere Stile zu realisieren. Zusätzlich können Vielfarbquellen, wie rote (R), grüne (G) und blaue (B) LEDs mit einer von einem Mikroprozessor gesteuerten Stromversorgung verknüpft sein, so dass individuelle Farben getrennt oder zusammen mit Energie versorgt werden können, um entweder rote, grüne oder blaue oder jegliche andere Farben des Spektrums innerhalb des CIE Dreiecks von RGB Quellen zu erzeugen. Dementsprechend ist das flexible Beleuchtungssegment 10 vorteilhaft, um es der Beleuchtung 31 zu ermöglichen, angepasst zu werden, um den gewünschten ästhetischen Effekt zu erzeugen. Das flexible Beleuchtungssegment 10 kann beispielsweise ausgedehnt und gebogen werden, um

der Form des Zeichens zu folgen und auf dem Boden 34 der Führungsbeleuchtung 31 derart platziert und befestigt zu werden, dass die optische Ausgabe nach oben zu der im Wesentlichen lichtdurchlässigen Oberfläche 36 hin gelenkt wird. Die Beabstandung und Ausrichtung jedes Beleuchtungsabschnitts 12 in Bezug auf den anderen kann passend ausgewählt werden, um der Form des Buchstabens derart zu folgen, dass beispielsweise gleichförmige Beleuchtung über die Vorderseite 36 des Buchstabens oder des Zeichens bereitgestellt wird. Eine Vielzahl von flexiblen Beleuchtungssegmenten 10 kann verkettet oder seriell verbunden werden, um die geeignete Anzahl von Lichtquellen in dem Leuchtbuchstaben 30 zum Erreichen einer hinreichenden Helligkeit bereitzustellen. In solchen Fällen sind die flexiblen Beleuchtungssegmente 10 durch Benutzung der oben beschriebenen elektrischen Verbindungen 22 elektrisch miteinander verbunden, um Strom zu jedem der flexiblen Beleuchtungssegmente zu bringen. Das sich ergebende Produkt, welches die Vielzahl von elektrisch miteinander verbundenen flexiblen Beleuchtungssegmente 10 umfasst, wird hier als flexible Beleuchtungsanordnung 37 bezeichnet. Der Abstand zwischen den Beleuchtungsabschnitten 12 muss nicht gleichförmig sein und kann insbesondere vergrößert oder verkleinert werden, um die geeignete in der Führungsbeleuchtung 30 nötige Lichtmenge bereitzustellen. Eigenschaften des Zeichens, des Buchstabens oder des Streifens, welches oder welcher beleuchtet werden soll, können diesen Abstand beeinflussen.

**[0035]** Elektrischer Strom wird der Kette von flexiblen Beleuchtungssegmenten 10 zugeführt, indem sie unter Benutzung der standardisierten oben beschriebenen elektrischen Verbindungen 26, 28 mit einer Stromversorgungsleitung verbunden werden. Der Strom kann in Form einer Wechsel- oder Gleichspannung vorliegen. Beispielsweise kann eine Gleichspannung, bevorzugt eine niedrige Gleichspannung zwischen etwa 24 und 27 Volt durch Benutzung von elektrischen Kabeln zu der Führungsbeleuchtung 31 transportiert werden. In Fig. 4 ist eine Stromversorgung 38 in dem Gehäuse 30 enthalten. Wechselstrom kann an das Gehäuse 30 geliefert werden, welches einen Gleichrichter oder einen Schalter umfasst, welcher das Wechselstromsignal in ein Gleichspannungssignal umwandelt. Andere Anordnungen, bei denen Wechsel- oder Gleichstrom bereitgestellt werden, sind ebenso vorstellbar.

**[0036]** Leuchtdioden und verschiedene andere optische Festkörperemitter 14 strahlen Licht aus, wenn sie mit elektrischem Strom versorgt werden. Die Intensität oder Helligkeit der optischen Ausgabe aus der LED 14 hängt von der durch die LED getriebenen Strommenge ab. Wie schematisch in dem Blockdiagramm von Fig. 5 gezeigt, fließt eine regulierte Stromleitung 40 durch die Vielzahl von LEDs 14 in

dem flexiblen Beleuchtungssegment 10. Ein elektrisch an dieser Leitung 40 angebrachter Stromregulator 42 stellt eine im Wesentlichen konstante Versorgung mit Strom dieser Lichtquellen 14 bereit. Dieser Regulator 42 kann andere Arten von Stromquellen 14 umfassen, welche bevorzugt eine im Wesentlichen feste Menge an Strom für die Leuchtdioden 14 bereitstellen, ein Beispiel umfasst jedoch einen von National Semiconductor erhältlichen Stromregulator 42 des Modells LM 317. Der Stromregulator 42 wird durch eine Gleichspannungsversorgungsleitung 44 versorgt, welche in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel zwischen etwa 24 bis 27 Volt Gleichspannung führt, dieser Bereich sollte jedoch nicht einschränkend ausgelegt werden. Andere Spannungen können verwendet werden. Die optischen Festkörperlaser 14 sind seriell verkettet, um es demselben regulierten Strom zu ermöglichen, jeden zu treiben. Dieser Strom kann zwischen etwa 30 Milliampere (mA) und etwa 50 mA liegen und beträgt in einem Ausführungsbeispiel etwa 40 mA, aber der Strom ist nicht auf diese Werte beschränkt. Der letzte optische Festkörperlaser 14 in der in dem flexiblen Beleuchtungssegment 10 beinhalteten Serie ist elektrisch mit elektrischen Komponenten 46 verbunden, welche mit Masse 48 verbunden sind. Diese elektrischen Komponenten können Dioden, Widerstände oder andere Bauteile umfassen und stellen bevorzugt den geeigneten LED-Spannungsabfall über den Regulator bereit.

[0037] Die Gleichspannungsversorgungsleitung 44, welche den Stromregulator 42 versorgt, setzt sich durch das flexible Beleuchtungssegment 10 fort und endet an dem Ausgangsverbinder 28 zum Anbringen an zusätzlichen Beleuchtungssegmenten, um diese mit Strom zu versorgen. Dementsprechend kann diese Gleichspannungsversorgungsleitung 44 als "Spannungsbuss" bezeichnet werden, da sie sich durch jedes Segment 10 in der flexiblen Beleuchtungsanordnung 37 erstreckt. Jedes Segment 10 umfasst zudem eine Masseleitung 48, welche von dem Eingangsverbinder 26 zu dem Ausgangsverbinder verläuft und sich durch die Vielzahl von Segmenten in der Beleuchtungsanordnung 37 fortsetzt. Obwohl sich diese Masseleitung 48 durch jedes der Segmente 10 der flexiblen Beleuchtungsanordnung 37 erstreckt, können andere Masseverbindungen oder Ersatzmasseleitungen bereitgestellt werden, beispielsweise kann jedes Beleuchtungssystem in dem Fall, in dem das Gehäuse leitend ist, an dem Gehäuse 30 geerdet werden. Bevorzugt erstreckt sich jedoch der Spannungsbuss 44 durch die flexible Beleuchtungsanordnung 37, wobei er sich von einem Segment 10 zu dem anderen über elektrische Verbinder 26, 28 fortsetzt.

[0038] Der elektrische Pfad für den Spannungsbuss 44 und die Masseleitung 48 kann durch eine Verkabelung, welche von den Eingangs- und Ausgangs-

verbindern 26, 28 ausgeht, durch leitende Pfade 20 auf den gedruckten Schaltungen 16 und ein die PCBs miteinander verbindendes elektrisches Kabel 24 bereitgestellt werden. Die elektrische Verkabelung 24 zwischen den gedruckten Schaltungen 16 kann mit der flexiblen Verbindung 22 zwischen den benachbarten Abschnitten 12 übereinstimmen. Daher kann die Spannung ausgehend von dem Eingangsverbinder 26 zu dem Beleuchtungsabschnitt 12A auf der proximalen Seite 50 des flexiblen Beleuchtungssegments sequentiell an jedem Beleuchtungssegment 12 bereitgestellt werden, bis das distale Ende 52 des flexiblen Beleuchtungssegments erreicht wird. Von dort leiten die elektrischen Leitungen 23, 25, welche zu dem Ausgangsverbinder 28 führen, die Spannung zu dem nächsten Segment 10. Leitende Pfade 20 auf jeder der gedruckten Schaltungen 16 erlauben es der Spannung, über den Beleuchtungsabschnitt 12 übertragen zu werden. Die flexible Verbindung 22 umfassenden Kabel 24 ermöglichen es der Spannung, von einem Abschnitt 12 zu dem nächsten Abschnitt 12 übertragen zu werden.

[0039] Genauer gesagt ist die Verkabelung 23 von dem Eingangsverbinder 26 elektrisch mit einem leitenden Pfad 20 auf der gedruckten Schaltung 16 in dem Beleuchtungsabschnitt 12 am proximalen Ende 50 des Segments 10 verbunden. Dieser leitende Pfad 20 erstreckt sich bevorzugt über einen wesentlichen Abschnitt der gedruckten Schaltung 16, beispielsweise von dem näher an der elektrischen Eingangsverbindung 26 liegenden proximalen Ende 50 zu dem näher an dem nächsten Beleuchtungsabschnitt 12 liegenden distalen Ende 52. Das Kabel 24 in der flexiblen Verbindung 22, z.B. die Kathode oder unregelmäßige Kathode, kann elektrisch mit einem Abschnitt des leitenden Pfades 20 bevorzugt zu dem distalen Ende 52 hin und nahe dem benachbarten Beleuchtungsabschnitt 12 elektrisch verbunden sein. Dieses Kabel 24 erstreckt sich zu dem zweiten Beleuchtungsabschnitt 12 und insbesondere zu einem leitenden Pfad 20 in der gedruckten Schaltung 16 in diesem zweiten Abschnitt 12. Eines der elektrischen Kabel 24 in der flexiblen Verbindung 22 kontaktiert diesen leitenden Pfad 20, um den Spannungsbuss 44 durch den zweiten Abschnitt 12 des Beleuchtungssegments 10 fortzusetzen. In gleicher Weise wird der Spannungsbuss 44 weiter durch die Serie von Beleuchtungsabschnitten 12 von dem proximalen Ende 50 des Beleuchtungssegments 10 zu dem distalen Ende 52 fortgesetzt. Eine der an den elektrischen Ausgangsverbindern 28 angebrachten elektrischen Leitungen 23, 25 ist an dem entsprechenden leitenden Pfad 20 auf dem PCB 16 in dem am distalsten gelegenen Beleuchtungsabschnitt 12 angelötet oder anders elektrisch mit diesem kontaktiert. Die Spannung kann daher zu dem nächsten Beleuchtungssegment 10 weitergeleitet werden. Die Masseleitung 48 ist in ähnlicher Weise durch jeden der Beleuchtungsabschnitte 12 in dem flexiblen Beleuchtungssegment



10 fortgeführt und kann von dem Eingangsverbinder 26 zu dem Ausgangsverbinder 28 verlaufen, um die Masseleitung 14 durch die Vielzahl von flexiblen Beleuchtungssegmenten 10 in der Beleuchtungsanordnung 37 fortzusetzen.

[0040] Wie oben diskutiert wird der Stromregulator 42, welcher den Strom für die optischen Festkörperemitter 14 steuert, von der in dem Spannungsbus 44 enthaltenen Gleichspannung angetrieben. Durch Benutzung eines Stromregulators 42 kann eine regulierte oder feste Stromversorgung für die Emittter 14 bereitgestellt werden. Dies stellt sicher, dass die Helligkeit im Wesentlichen konstant ist. In einem Ausführungsbeispiel ist der Stromregulator 42 auf der gedruckten Schaltung 16 in dem ersten Beleuchtungsabschnitt 12A am proximalen Ende 50 des Beleuchtungssegments 10 angebracht. Der elektrische Pfad für die regulierte Stromleitung 40 kann durch leitende Pfade 20 auf den gedruckten Schaltungen 16 zu dem Eingang des optischen Festkörperemitters 14 und von dem Ausgang des Emitters zu der Verkabelung 24 zwischen benachbarten Beleuchtungsabschnitten 12 führen. Die elektrische Verkabelung 24, welche die gedruckten Schaltungen 16 verbindet, kann der flexiblen Verbindung 22 zwischen den benachbarten Abschnitten 12 entsprechen. Somit kann der regulierte Strom 40 von dem Stromregulator 42 zu dem Eingang des Festkörperemitters 14 auf der proximalen Seite 50 des flexiblen Beleuchtungssegments 10 und von dort sequentiell zu dem optischen Emittter in jedem Beleuchtungsabschnitt 12 übertragen werden, bis das distale Ende 52 des flexiblen Beleuchtungssegments 10 erreicht ist. Leitende Pfade 20 auf jedem der gedruckten Schaltungen 16 erlauben es daher bevorzugt dem Strom, über einen gegebenen Beleuchtungsabschnitt 12 zu und von dem Festkörperemitter 14 transferiert zu werden. Kabel 24, welche möglicherweise mit der flexiblen Verbindung 22 zusammenfallen, erlauben es dem Strom, von einem Abschnitt 12 zu dem nächsten Abschnitt übertragen zu werden. Der regulierte Strom wird jedoch nicht durch den Ausgangsverbinder 28 zu dem nächsten Beleuchtungssegment übertragen. Stattdessen verläuft der Gleichspannungsbus 44 durch die Vielzahl von Segmenten 10 in der flexiblen Beleuchtungsanordnung 37 und versorgt in den getrennten Segmenten enthaltene Stromregulatoren 42.

[0041] Wie von dem Schemaschaltbild in Fig. 6 gezeigt, ist die Vielzahl von optischen Festkörperemittern 14 in Serie mit dem Ausgang des Stromregulators 42 verbunden. Ein Widerstand 54 ist in den Pfad zwischen dem Stromregulator 42 und der ersten Leuchtdiode 14A eingesetzt, um eine Feedback-Spannung für den Stromregulator zu erzeugen, um einen im Wesentlichen festen Ausgangsstrom aufrechtzuerhalten. Wie oben beschrieben, wird der Stromregulator 42 von einer Gleichspannung versorgt, in einem Ausführungsbeispiel etwa 27 Volt. Die

tatsächliche zugeführte Spannung kann beispielsweise abhängig von der Art des Stromregulators 42 oder eines anderen Geräts zum Ausgeben eines geregelten Stroms variieren. Eine Wechselladungsblokkierungskapazität 56, z.B. 0,1 Megafarad, ist zwischen den Spannungsbus 44 und die Masse 48 am Eingang des Stromregulators 42 parallel geschaltet, um Regulatorschwingungen zu vermeiden. Wie oben diskutiert wird der letzte optische Festkörperemitter 14, hier als LED 6 bezeichnet, von einer Diode 58, einem von Newark, Los Angeles, Kalifornien, erhältlichen IN4002 Modell, und einem Widerstand 60, in einem Ausführungsbeispiel ein 50 Ohm Widerstand, gefolgt, welcher den passenden LED-Spannungsabfall über den Regulator festsetzt. Dieser Aufbau ist besonders geeignet für bestimmte Arten von bernsteinfarbenen und roten Dioden. Ein ähnlicher Aufbau für bestimmte Arten von grünen, blauen und weißen Dioden kann ebenso benutzt werden, wobei der mit Masse verbundene Widerstand 60 durch einen Jumper ersetzt wird, und der Widerstand 54 am Ausgang des Stromregulators 42 ein 42 Ohm Widerstand anstelle eines 30 Ohm Widerstands ist. Die spezifischen elektrischen Komponenten können jedoch abhängig vom Schaltungsdesign, der Anzahl von optischen Emitttern 14 und der speziellen Anwendung variieren. Andere elektrische Aufbauten können verwendet werden, bevorzugt sind jedoch die Festkörperemitter 14 in Serie verbunden, und ein regulierter oder festgelegter Strom wird jedem zugeführt.

[0042] In einem Ausführungsbeispiel ist eine Vielzahl dieser flexiblen Beleuchtungssegmente 10 über die jeweiligen elektrischen Eingangs- und Ausgangsverbinder 26, 28 elektrisch miteinander verbunden, und die sich ergebende flexible Beleuchtungsanordnung 37 ist elektrisch mit einer Gleichstromquelle beispielsweise im Bereich zwischen 24 und 27 Volt Gleichspannung verbunden. Zusammen können diese flexiblen Beleuchtungssegmente 10 in ein Gehäuse 30 eines Leuchtbuchstabens eingesetzt werden. Eine Gleichstromquelle, welche einen Umsetzer zum Umwandeln einer Netzwechselspannung in die entsprechende Gleichspannung zum Versorgen der flexiblen Beleuchtungsanordnung 10 umfasst, kann ebenso inbegriffen sein. Wenn sie aktiviert ist, wird eine Gleichspannung an den Stromregulatoren 42 einen regulierten Strom erzeugen, welcher durch jeden der optischen Festkörperemitter 14 in jedem der Segmente 10 getrieben wird. Die Gleichspannung wird durch die Spannungsbusleitung 44 zu jedem flexiblen Beleuchtungssegment 10, welche bevorzugt elektrisch parallel geschaltet sind, transportiert, so dass die jedem Segment 10 zugeführte Spannung im Wesentlichen dieselbe ist. Diese Gleichspannung ist mit dem Stromregulator 42 in jedem Segment 10 verbunden und stellt somit Leistung bereit, welche in einen regulierten Strom umgewandelt wird, welcher durch jeden optischen Festkörperemitter, d.h. LED, 14 in jedem flexiblen Beleuchtungssegment getrie-

ben wird. Da die Festkörperemitter 14 seriell sind, empfangen sie dieselbe Strommenge und weisen dieselbe Helligkeit auf, wobei die Helligkeit des Emitters direkt von der ihm bereitgestellten Strommenge abhängt. Das Feedback an den Stromregulator 42 hilft beim Erhalten eines im Wesentlichen festgesetzten vorherbestimmten Ausgangsstroms an die LEDs. Ein regulierter Strom erlaubt es, die Helligkeit auf einer bestimmten Stufe zu halten.

**[0043]** Von dem optischen Festkörperemitter 14 ausgesendetes Licht tritt durch das optische Element 18 hindurch, welches einen geeigneten Strahl für die gewünschte Anwendung bereitstellt. Bevorzugt steuert dieses optische Element 18 die Richtung und Intensitätsverteilung von von dem optischen Festkörperemitter 14 emittiertem Licht, z.B. in das Gehäuse 30. Ein von dem Emitter 14 ausgehender Strahl kann geformt werden, seine Divergenz und Gleichförmigkeit kann gesteuert werden und seine Ausgangsrichtung kann festgesetzt werden. Dieses optische Element 18 umfasst bevorzugt eine Linse, diese Linse kann eine herkömmliche brechende Linse sein oder kann andere Arten von brechenden optischen Elementen umfassen. Diese Linse 18 kann ein beugendes Element, eine Linse mit interner Totalreflexion oder ein reflektierendes optisches Element wie ein Spiegel sein, welches geeignet geformt ist, um einen gewünschten Strahl bereitzustellen. Bevorzugt umfasst das optische Element 18 ein nicht abbildendes optisches Element. Nicht abbildende optische Elemente sind wohl bekannt, siehe z.B. Integral Design Methods for Nonimaging Concentrators, D. Jenkins und R. Winston, J. Opt. Soc. Am. A., Vol. 13, Nr. 10, Oktober 1996, Seiten 2106–2116 und Tailored Reflectors for Illumination, D. Jenkins und R. Winston, Applied Optics, Vol. 35, Nr. 10, 1. April 1996, Seiten 1669–1672. Diese nicht abbildenden optischen Elemente können reflektierende, brechende oder beugende optische Elemente sein. Andere Arten von optischen Elementen 18 können verwendet werden, um die gewünschte optische Emission von den optischen Festkörperemittern 14 bereitzustellen.

**[0044]** Um einen Leuchtbuchstaben 30 zu beleuchten, können die optischen Elemente 14 zu der vorderseitigen, im Wesentlichen lichtdurchlässigen Paneele oder Oberfläche 36, zu den Seitenwänden 32 oder zu der Basis 34 des Leuchtbuchstabens hin ausgerichtet sein. In ähnlicher Weise können die Beleuchtungsabschnitte 12 an den Seitenwänden 32 oder der Basis 34 angebracht sein. In manchen Ausführungsbeispielen kann der Beleuchtungsabschnitt 12 an der Basis 34 angebracht und der optische Emitter 24 zu den Seitenwänden 32 hin geneigt sein, oder umgekehrt, wobei der Beleuchtungsabschnitt an den Seitenwänden angebracht ist und das optische Element zu der Basis oder zu der vorderseitigen lichtdurchlässigen Bahn 36 hin geneigt ist. In dem Fall, in dem die optische Emission zu den Seitenwänden 32 oder der

Basis 34 gerichtet ist, sind die Seitenwänden und/oder die Basis bevorzugt streuend bzw. diffus reflektierend, sie können beispielsweise einen weißen oder anders streuend reflektierenden Anstrich oder darauf gebildete Lagen enthalten oder aus einem streuend reflektierenden Material gefertigt sein. In einigen bevorzugten Ausführungsbeispielen, so wie wenn das flexible Beleuchtungssegment 10 an der Basis 34 des Leuchtbuchstabens 30 angebracht ist und die optische Ausgabe von den Buchstaben auf die im Wesentlichen lichtdurchlässige Frontpaneele 36 gerichtet ist, verbreitert sich oder divergiert von den optischen Emitter 14 ausgestrahltes Licht, was es ermöglicht, einen vergrößerten Flecken bzw. Spot auf ein größeres Oberflächengebiet zu projizieren. Da eine Auswahl von Arten und Größen von Leuchtbuchstaben 30 mit der oben beschriebenen segmentierten Beleuchtungsanordnung 37 ausgerüstet werden kann, ist der Divergenzwinkel oder das Ausbreiten des von dem Beleuchtungsabschnitt 12 ausgehenden Strahls nicht auf irgendeinen bestimmten Winkel begrenzt, sondern kann winkelmäßig beispielsweise zwischen etwa  $\pm 5^\circ$  bis  $\pm 90^\circ$  oder darüber oder darunter liegen. Beispielsweise können Leuchtbuchstaben 30 2–3" tief, 5–6" tief, 8–12" tief etc. sein und können verschiedene Breiten abhängig von der Art des Buchstabens und des Schriftsatzes aufweisen. Als Alternative sind etwa 5 Fuß hohe Buchstaben mit etwa 27 Zoll breiten Räumen ebenso möglich. In derartigen Anordnungen wird ein Fernfeldmuster auf einer der Oberflächen des Gehäuses wie beispielsweise der vorderseitigen lichtdurchlässigen Paneele 36 gebildet. Dieses Muster kann im Wesentlichen elliptisch, quadratisch oder rechteckig sein oder kann andere Formen annehmen. Das optische Element 18 kann entsprechend ausgewählt werden, um die gewünschte Form zu erzeugen. Diese Formen können rotationssymmetrisch sein oder nicht. Diese Muster können lang gestreckt sein, wobei sie in eine Richtung eine größere Abmessung als in eine andere, möglicherweise senkrechte Richtung aufweisen. Beispielsweise kann das Muster im Wesentlichen rechteckig mit einer Breite und einer Länge sein, wobei die Länge die Breite übertrifft oder umgekehrt. Derartige Muster können durch Strahlen erzeugt werden, welche Divergenzen aufweisen, die in zwei Richtungen variieren. Beispielsweise kann die Ausbreitung  $\pm 60^\circ$  in der horizontalen Richtung und  $\pm 25^\circ$  in der vertikalen Richtung sein. Bevorzugt sind die Beleuchtungsabschnitte 12 derart positioniert, dass das von jedem Beleuchtungsabschnitt erzeugte Fernfeldmuster einen Abschnitt der frontseitigen Paneele 36 des Leuchtbuchstabens 30 füllt. In Fällen, in denen Gleichförmigkeit gewünscht ist, werden diese Fernfeldmuster schuppenförmig überlagert und gekachelt, um Licht über die ganze Oberfläche der vorderseitigen Paneele 36 zu verteilen, wobei im Wesentlichen ein übermäßiges Überlappen der Strahlen verhindert wird. Wie in Fig. 7 gezeigt, kann in einigen Fällen das auf die Paneele 36 projizierte Licht lang

gestreckte Muster 62 umfassen, welche schmal und lang sind, um einen Abschnitt der kanalisierten Beschriftung 31 im Wesentlichen zu füllen. Eine Vielzahl von Beleuchtungsabschnitten 12, von denen jedes ein ähnliches oder unterschiedliches optisches Element 18 enthält, kann derartige projizierte Muster 62 bereitstellen, welche zusammen im Wesentlichen gleichförmig einen großen Abschnitt des Buchstabens 30, bevorzugt den ganzen Buchstaben, beleuchten. Die in Fig. 7 dargestellten Fernfeldmuster 62 beleuchten einen Abschnitt der vorderseitigen lichtdurchlässigen Paneele 36 von Seitenwand 32 zu Seitenwand. Einige dieser Fernfeldmuster 62 können sich überlappen, bevorzugt ist jedoch das Überlappen nicht so bedeutend, dass es Ungleichförmigkeiten oder helle Flecken bezüglich der Helligkeit erzeugt, welche die Gleichförmigkeit stören. Bevorzugt ist die Gleichförmigkeit über den Leuchtbuchstaben 30, welche als die Differenz zwischen der maximalen Helligkeit und der minimalen Helligkeit dividiert durch die Summe der maximalen und minimalen Helligkeit, d.h.  $(\max - \min)/(\max + \min)$ , definiert ist, kleiner oder gleich etwa 10% oder zumindest kleiner oder gleich etwa 40%. Dementsprechend ist sowohl innerhalb eines einzelnen Strahls oder projizierten Fleckens bzw. Spots auf der Frontpaneele 36 als auch über eine Entfernung, welche eine Mehrzahl derartiger Spots überspannt, die Gleichförmigkeit kleiner oder gleich 10% und bevorzugter kleiner oder gleich 5%, kann aber weniger oder gleich 40% sein. Bevorzugt wird diese Gleichförmigkeit über das Fernfeldmuster 62, einen größeren Abschnitt der Beleuchtung umfassend eine Vielzahl solcher Fernfeldmuster oder sogar über den gesamten leuchtenden Abschnitt des Leuchtbuchstabens 30 wie von einem Betrachter gesehen aufrechterhalten.

[0045] Es ist zu beachten dass die optischen Elemente 18 in jedem Abschnitt 12 oder Segment 10 dieselben oder unterschiedlich sein können, wodurch sie möglicherweise verschiedene Fernfeldmuster 62 bereitstellen. Eine solche Variation kann nötig sein, um unregelmäßig geformte Gebiete in einem Buchstaben oder einem Zeichen zu füllen. In einigen bevorzugten Ausführungsbeispielen ist das flexible Beleuchtungssegment 10 mit einer einzigen Art von optischen Elementen 18 ausgerüstet, aber verschiedene Segmente, welche verschiedene optische Elemente umfassen, sind miteinander verbunden, um den Leuchtbuchstaben 30 richtig zu beleuchten. Variationen der Schriftarten können durch mögliche Variationen im Abstand und der Positionierung der Beleuchtungsabschnitte 12 und/oder durch die Benutzung von verschiedenen optischen Elementen 18 berücksichtigt werden. Beispielsweise kann in dünneren Gebieten des Buchstabens oder der Figur das optische Element 18 ausgewählt werden, welches einen kleineren Divergenzwinkel bietet, und/oder der Abstand zwischen benachbarten Beleuchtungsabschnitten 12 kann vergrößert werden, um sicherzu-

stellen, dass die Intensität nicht zu groß ist. Die Form des Fernfeldmusters 62 kann ebenso durch Ersetzen des optischen Elements 18 variiert werden.

[0046] Obwohl das in Fig. 7 gezeigte Muster 62 im Wesentlichen rechteckig ist, kann dieses Muster andere Formen wie beispielsweise eine im Wesentlichen elliptische, im Wesentlichen kreisförmige oder andere Form aufweisen. Zusätzlich kann, obwohl ein einziger Beleuchtungsabschnitt 12 für eine gegebene Breite über den Leuchtbuchstaben 30 gezeigt ist, mehr als ein einzelner Abschnitt benutzt werden, um die Breite des Gehäuses zu beleuchten. Beispielsweise können ein oder mehrere flexible Beleuchtungssegmente 10 nebeneinander über die Länge zumindest eines Abschnittes des Gehäuses 30 positioniert werden.

[0047] Ein optisches Element 18, welches maßgeschneidert werden kann, ein lang gestrecktes Fernfeldmuster 62 wie eine Ellipse, ein Quadrat oder ein Rechteck etc. bereitzustellen, ist in Fig. 8A und 8B gezeigt. Dieses optische Element 18 ist auch dasjenige, welches in dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel enthalten ist, und es ist im US-Patent Nr. 5,924,788, erteilt an Parkyn, Jr. am 20. Juli 1999, beschrieben. Diese Linse 18, hier als segmentierte Linse bezeichnet, weist eine gekrümmte brechende Oberfläche 64 auf, welche eine Vielzahl von Oberflächennormalen umfasst, wie in US-Patent Nr. 5,824,788 gezeigt. Jeder Abschnitt der gekrümmten brechenden Oberfläche 64 kann eine Oberfläche oder Facette umfassen, welche in Bezug auf benachbarte Abschnitte und andere Abschnitte auf der brechenden Oberfläche abgewinkelt sein kann. Der Festkörperemitter 14 kann an der Basis der segmentierten Linse 18 angeordnet sein. Von dem Festkörperemitter 14 emittiertes Licht wird von dieser segmentierten Linse 18 empfangen und wird durch sie übertragen und von den Facetten auf der Oberfläche 64 der segmentierten Linse 10 gebrochen, um die geeignete Strahlform zu erzeugen.

[0048] Die facettierten Abschnitte der brechenden Oberfläche 64 sind spezifisch ausgerichtet, um die Ausgabe des Festkörperemitters 14 auf das geeignete Fernfeldstrahlungsmuster 62 abzubilden. Diese Unterteilung der brechenden Oberfläche 64 auf der Linse 18 in Bildelemente wird spezifisch entworfen, um den optischen Ausgang für die jeweilige Anwendung maßzuschneidern. Die Vielzahl von Abschnitten kann in einem geeigneten Winkel zueinander angeordnet werden, um den Strahl wie gewünscht bereitzustellen und zu formen. Computersimulationen können beim Entwurf dieses bestimmten Typs von Linse 18 helfen. Diese Linse kann zudem spezifisch entworfen werden, um den angemessenen Divergenzwinkel  $\Theta$  bereitzustellen oder um diesen Winkel mit dem Leuchtbuchstaben 30, in den sie eingesetzt wird, in Übereinstimmung zu bringen.

[0049] Beispielsweise wird für Leuchtbuchstaben 30 mit schmaler Breite und/oder für diejenigen, welche tiefer sind, eine schmale Divergenz bereitgestellt, für einen Leuchtbuchstaben mit einer größeren Breite und/oder flacheren Tiefe wird eine breitere Divergenz bereitgestellt.

[0050] Diese Linse 18 kann zudem maßgeschneidert werden, um das passend geformte Fernfeldmuster 62 bereitzustellen, beispielsweise kann das Muster im Wesentlichen quadratisch, rechteckig oder elliptisch gemacht werden. Andere Formen können ebenso bereitgestellt werden und werden ausgewählt, um zu der Form des Buchstabens oder des Zeichens zu passen. Diese Linse 18 ist nicht rotationssymmetrisch geformt, aber sie kann symmetrisch bezüglich einer oder zwei Achsen sein. In gleicher Weise kann das von einer derartigen Linse 18 produzierte Fernfeldmuster 62 ebenso nicht rotationssymmetrisch sein, d.h. ein nicht kreisförmiger Spot oder Fleck, insbesondere in dem Fall, in dem die Linse selbst nicht rotationssymmetrisch ist. Alternativ kann die Linse 18 und/oder das sich ergebende Fernfeldmuster 62 auch rotationssymmetrisch sein. Diese Linse 18 ist besonders nützlich, um Fernfeldmuster 62 an sehr ungleichmäßige Formen anzupassen. Weiterhin kann diese Linse 18 die Intensitätsverteilung über das ganze Fernfeldmuster 62 steuern.

[0051] Statt der Bereitstellung eines angepassten optischen Elements 18 kann der Festkörperemitter 14 eine standardisierte kugelförmige Linse, welche in Fig. 9 und 10 gezeigt ist, umfassen. Im Wesentlichen lichtdurchlässiges Material wie z.B. ein Polymermaterial wie Acrylpolycarbonat, Silikon etc. wird über dem lichtemittierenden Festkörperbauelement 14 gebildet und ist geformt, um eine gekrümmte brechende Oberfläche 68 vor der Linse zu erzeugen. Das Ergebnis ist ein in einem geformten Polymermaterial, welches wie eine Kugel aufgebaut ist, eingeschlossener optischer Festkörperemitter 14. Ein Beispiel für solch eine herkömmliche LED-Verpackung ist die T 1-3/4 LED erhältlich von Alpine Tech, Irvine California, z.B. Model Nr. AT15B14QT4. Wenn er aktiviert ist, pflanzt sich von dem optischen Emittor ausgegebenes Licht durch das im Wesentlichen lichtdurchlässige Material fort und wird an der gekrümmten Oberfläche 68 gebrochen. Diese Verpackung, welche um eine zentrale Achse rotationssymmetrisch ist, erzeugt eine kegelförmige Ausgabe mit einer Strahldivergenz typischerweise zwischen etwa 15° und 60°. Das Fernfeldmuster 62 ist rotationssymmetrisch, d.h. ein im Wesentlichen kreisförmiger Fleck wird auf eine Ebene in der Fernfeldoberfläche projiziert. Andere Kugellinsen 18 müssen nicht rotationssymmetrisch sein und können elliptische Fernfeldmuster erzeugen. Derartige nicht rotationssymmetrische kugelförmige Linsen 18 können ebenso in den flexiblen Beleuchtungssegmenten 10 wie in dem in Fig. 9 gezeigten verwendet werden.

[0052] Alternativ kann das in dem flexiblen Beleuchtungssegment 10 enthaltene optische Element eine flache brechende Oberfläche 70 an der Oberseite haben, wie in Fig. 11 und 12 gezeigt. Diese Art von Festkörperemitterverpackung wird hier als "flache Oberseite" bezeichnet. Wie die Kugellinse umfasst dieses optische Element 18 ein im Wesentlichen optisch durchlässiges Material wie ein Polymermaterial wie Polycarbonat, Acryl oder Silikon. Der optische Festkörperemitter 14 ist in diesem Material eingebettet. Statt dass es eine gekrümmte vordere Oberfläche 68 aufweist, weist das im Wesentlichen optisch durchlässige Material eine flache Oberfläche 70 zum Brechen von Licht auf. Dieses Bauelement emittiert einen kegelförmigen Strahl mit einem großen Divergenzwinkel  $\Theta$  im Bereich von etwa 145 bis etwa 165°. Dieses Bauelement ist rotationssymmetrisch und das Fernfeldmuster 62, welches es erzeugt, ist ebenso rotationssymmetrisch. Dieses Muster kann einen im Wesentlichen kreisförmigen Fleck umfassen, welcher in die Fernfeldebene projiziert wird. Dieses optische Element 18 kann Verwendung in Leuchtbuchstaben oder -zeichen 30 finden, welche flach und/oder breit sind, wie in Gehäusen 30 von etwa 40 bis etwa 36 Zoll Breite und von etwa 5 bis etwa 12 Zoll Tiefe.

[0053] Ein anderes kreis- oder rotationssymmetrisches optisches Element, welches vor den optischen Festkörperemitter 14 positioniert werden kann, ist in Fig. 13 und 14 gezeigt und wird hier als BugEye™ Linse bezeichnet. Diese Linse 18 umfasst im Wesentlichen optisch durchlässiges Material wie ein Polymermaterial. Beispiele umfassen Polycarbonat, Acryl und Silikon. Eine angepasste gekrümmte Oberfläche 69 ist auf dem durchlässigen Material ausgebildet, wobei Techniken benutzt werden, welche denen ähnlich sind, welche beim Entwurf der segmentierten Linse von Fig. 8A und 8B benutzt werden, die Oberfläche ist jedoch glatt und facettiert. Die Form der Oberfläche 69 ist geeignet maßgeschneidert, um die gewünschte Divergenz  $\theta$  und die Intensitätsverteilung bereitzustellen.

[0054] In bevorzugten Ausführungsbeispielen pflanzt sich von dem Festkörperemitter 14 emittiertes Licht durch das im Wesentlichen durchlässige Material fort und wird von der BugEye™ Linse gebrochen. Die BugEye™ Linse erzeugt einen divergenten Strahl und ein Fernfeldmuster 62, welches rotationssymmetrisch ist, d.h. einen im Wesentlichen kreisförmigen Fleck. Diese Linse 18 kann beispielsweise spezifisch maßgeschneidert werden, um eine gleichförmige Intensität über diesen Fleck bereitzustellen. Diese Linse kann zudem eine Winkeldivergenz von etwa  $\pm 45^\circ$  ( $\theta$ ) bereitstellen und ist für Leuchtbuchstaben 30 nützlich, welche etwa 5 Zoll breit und 5 Zoll tief sind.

[0055] Ein anderes optisches Element 18, welches in der flexiblen Beleuchtungsanordnung 10 verwen-

det werden kann, wird hier als optischer Ablenker 71 bezeichnet und ist in der internationalen Anmeldung Nr. PCT/US97/22742 mit dem Titel "Lighting Apparatus Having Low Profile", publiziert als internationale Publikation WO 98/26212 A1 am 18. Juni 1998 ebenso wie in der internationalen Anmeldung Nr. PCT/US00/18002 mit dem Titel "Lighting Apparatus", publiziert als internationale Publikation WO 01/07828 A1 am 1. Februar 2001, beschrieben. Dieses auch in Fig. 15 und 16 gezeigte optische Bauelement ist kreis- oder rotationssymmetrisch und umfasst ein im Wesentlichen optisch durchlässiges Material wie ein Polymermaterial, z.B. Acryl, Polycarbonat und Silikon. Der optische Ablenker 71 weist eine reflektierende Oberfläche 72 auf, welche durch eine Grenzfläche mit aufweitendem Brechungsindex gebildet wird. Diese Grenzfläche mit aufweitender Brechung 72 ist gescheitelt mit einem Scheitelpunkt 74, welcher benachbart zu dem optischen Emitter positioniert ist, und ist ausgestaltet, um Licht von dem optischen Emitter 14, welcher positioniert ist, um Licht zu der reflektierenden Oberfläche 72 hin zu emittieren, intern total zu reflektieren. Dementsprechend ist der optische Emitter 14 mit dem Scheitel 74 derart ausgerichtet, dass ein großer Anteil des Lichts von dem Emitter zu und benachbart zu dem Scheitel 72 hin geleitet wird. Da der Scheitel 72 eine interne Totalreflektion erzeugt, wird das von dem optischen Festkörperelement 14 emittierte Licht von dem Scheitel 72 abgelenkt, so dass es nach unten und nach außen von dem Scheitel wie in Fig. 16 gezeigt, gestreut wird. Das emittierte Licht wird daher bevorzugt von den Seiten und/oder unter dem optischen Element 18 anstelle von der Oberseite des optischen Elements emittiert. Dementsprechend kann dieses optische Element 18 in flachen Leuchtelementen 30 Anwendung finden, beispielsweise im Bereich von 3 bis etwa 5 Zoll Höhe und etwa 4 bis etwa 36 Zoll Breite. Das von dem optischen Festkörperelement 14 emittierte und nach unten und lateral ausgegebene Licht wird bevorzugt von der Basis 34 und den Seitenwänden 32 des Leuchtelements 30 reflektiert, wenn der Beleuchtungsabschnitt 12 an der Basis angebracht ist. Wie oben beschrieben, sind diese Oberflächen der Seitenwände 32 und Basis 34 bevorzugt streuend bzw. diffus reflektierend, so dass in einigen Ausführungsbeispielen eine im Wesentlichen gleichförmige Verteilung des Lichts die vorderseitige lichtdurchlässige Paneele 36 erreichen wird.

[0056] Jedes dieser hier beschriebenen optischen Elemente 18 kann in jedem einzelnen flexiblen Beleuchtungssegment 10 in der flexiblen Beleuchtungsanordnung 37 verwendet werden. Ein bestimmtes Segment kann Abschnitte umfassen, welche unterschiedliche oder die gleichen optischen Elemente aufweisen. Somit kann in manchen Ausführungsbeispielen das optische Element 18 auf einem einzelnen Segment 10 variiert werden. Die spezifische Art des optischen Elements 18 ist jedoch nicht auf die hier of-

fenbarten beschränkt, sondern kann andere im Stand der Technik wohlbekannte oder noch zu entwerfende optische Elemente umfassen, um die Ausgabe des optischen Festkörperelementers 14 auf die passende Anwendung maßzuschneidern. Diese optischen Elemente 18 können brechende oder streuende optische Elemente, holographische optische Elemente, reflexive Elemente, TIR Linsen, Spiegel etc. umfassen. Beispielhafte TIR Linsen sind beispielsweise im US-Patent Nr. 5,404,869, erteilt an Parkyn, Jr. et al. am 11. April 1995 und in US-Patent Nr. 5,613,769, erteilt an Parkyn, Jr. et al. am 25. März 1997 offenbart.

[0057] Die oben beschriebenen flexiblen Beleuchtungssegmente 10 sind besonders zur Benutzung in einer Führungsbeleuchtung 31 geeignet, können aber ebenso verwendet werden, um Beleuchtung für andere Strukturen bereitzustellen und können beispielsweise in hervorgehobener Automobilbeleuchtung umfassend Rücklicht, Abbiege- und Haltefunktionen, Lichtebenen für Auswahltafeln, usw., Notbeleuchtung für Flughäfen, Brücken und dergleichen enthalten sein. Die flexiblen Beleuchtungssegmente 10 können besonders Anwendung in Bandlichtern (siehe beispielsweise internationale Anmeldung Nr. PCT/US00/18002 mit dem Titel "Lighting Apparatus", publiziert als internationale Publikation WO 01/07828 A1 am 1. Februar 2001) ebenso wie bei betonter Beleuchtung, z.B. auf oder an Kanten von Gebäuden oder anderen architektonischen Strukturen, finden.

#### Zusammenfassung

[0058] Eine Beleuchtungsvorrichtung umfasst ein Beleuchtungssegment (10), welches eine Vielzahl von Beleuchtungsabschnitten (12) umfasst. Jeder der Abschnitte (12) umfasst eine gedruckte Schaltung (16) mit einem darauf angebrachten optischen Festkörperelement. Die Abschnitte (12) sind mit Verbindern (22) für gedruckte Schaltungen verbunden, welche die gedruckten Schaltungen (16) seriell positionieren, wobei Kanten benachbarter gedruckter Schaltungen (16) nahe beieinander liegen. Die Verbindern (22) sind deformierbar, um die Ausrichtung abhängig von einer wirkenden Kraft zu verändern. Die Abschnitte (12) sind elektrisch miteinander verbunden, so dass die optischen Festkörperelementer elektrisch in Serie verbunden sind. Das Segment (10) weist einen Stromregulator auf, welcher einen Strom durch die optischen Festkörperelementer steuert.

#### Patentansprüche

1. Beleuchtungsvorrichtung, umfassend ein Beleuchtungssegment umfassend eine Vielzahl von Beleuchtungsabschnitten, wobei jeder der Abschnitte eine gedruckte Schaltung mit einem darauf angebrachten optischen Festkörperelement umfasst, wobei die Abschnitte durch Verbindern für gedruckte Schaltungen verbunden sind, welche die gedruckten

Schaltungen seriell positionieren, wobei Kanten benachbarter gedruckter Schaltungen nahe beieinander liegen, wobei die Verbindungen deformierbar sind, um die Ausrichtung in Abhängigkeit von einer wirkenden Kraft zu ändern, wobei die Abschnitte elektrisch dergestalt miteinander verbunden sind, dass die optischen Festkörperemitter elektrisch in Serie verbunden sind, wobei das Segment einen Stromregulator aufweist, welches einen Strom durch die optischen Festkörperemitter steuert.

2. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen elektrischen Verbindungssegment, welcher das Beleuchtungssegment parallel mit einem anderen Beleuchtungssegment verbindet.

3. Beleuchtungsvorrichtung, umfassend ein Beleuchtungssegment umfasst von einer Vielzahl von elektrisch miteinander verbundenen Abschnitten, wobei benachbarte der Abschnitte flexibel mit Verbindungen miteinander verbunden sind, welche eine relative Bewegung dazwischen erlauben, wobei jeder der Abschnitte einen optischen Festkörperemitter und ein optisches Element umfasst, wobei mindestens ein optisches Element ein erstes brechendes Element und zumindest ein anderes optisches Element aus der Gruppe bestehend aus (1) einem zweiten brechenden Element mit von dem ersten brechenden Element unterschiedlichen Brechungseigenschaften und (2) einem optischen Ablenker mit einer internen Totalreflexionsoberfläche ausgewählt ist.

4. Verfahren zum Beleuchten eines lang gestreckten Streifens von lichtdurchlässigem Material umfassend:  
mit Energie Versorgen einer Vielzahl von in Serie verbundenen Leuchtdioden, so dass sie Licht emittieren, Führen des Lichtes von der Vielzahl von Leuchtdioden durch eine Vielzahl von jeweiligen optischen Elementen, wobei jedes der Vielzahl von optischen Elementen ein lang gestrecktes Muster mit einer im Wesentlichen gleichförmigen Intensität über das Muster erzeugt, und  
schuppenartiges Überlagern der lang gestreckten Beleuchtungsmuster, um den lang gestreckten Streifen von lichtdurchlässigem Material im Wesentlichen gleichförmig zu beleuchten.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Streifen aus lichtdurchlässigem Material mit einer Gleichförmigkeit von mindestens 40% über den Streifen beleuchtet wird, wobei Gleichförmigkeit als der Unterschied zwischen maximaler und minimaler Intensität über den Streifen dividiert durch die Summe aus der maximalen und minimalen Intensität über den Streifen definiert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der Streifen aus lichtdurchlässigem Material mit einer Gleichförm-

igkeit von mindestens etwa 10% über den Streifen beleuchtet wird.

7. Beleuchtungsvorrichtung, umfassend:  
eine segmentierte Stützstruktur umfassend eine Vielzahl von Abschnitten, welche beweglich miteinander verbunden sind,  
eine Vielzahl von auf der Vielzahl von Abschnitten jeweils angebrachten Punktquellen, und  
eine Vielzahl von jeweils auf der Vielzahl von Abschnitten angebrachten nicht rotationssymmetrischen Linsen, um Licht von der Vielzahl von jeweiligen Punktquellen zu empfangen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Punktquellen Leuchtdioden umfassen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Vielzahl von Punktquellen elektrisch miteinander verbunden sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Vielzahl von Punktquellen elektrisch in Serie miteinander verbunden sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Linsen ein nicht abbildendes optisches Element umfassen.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

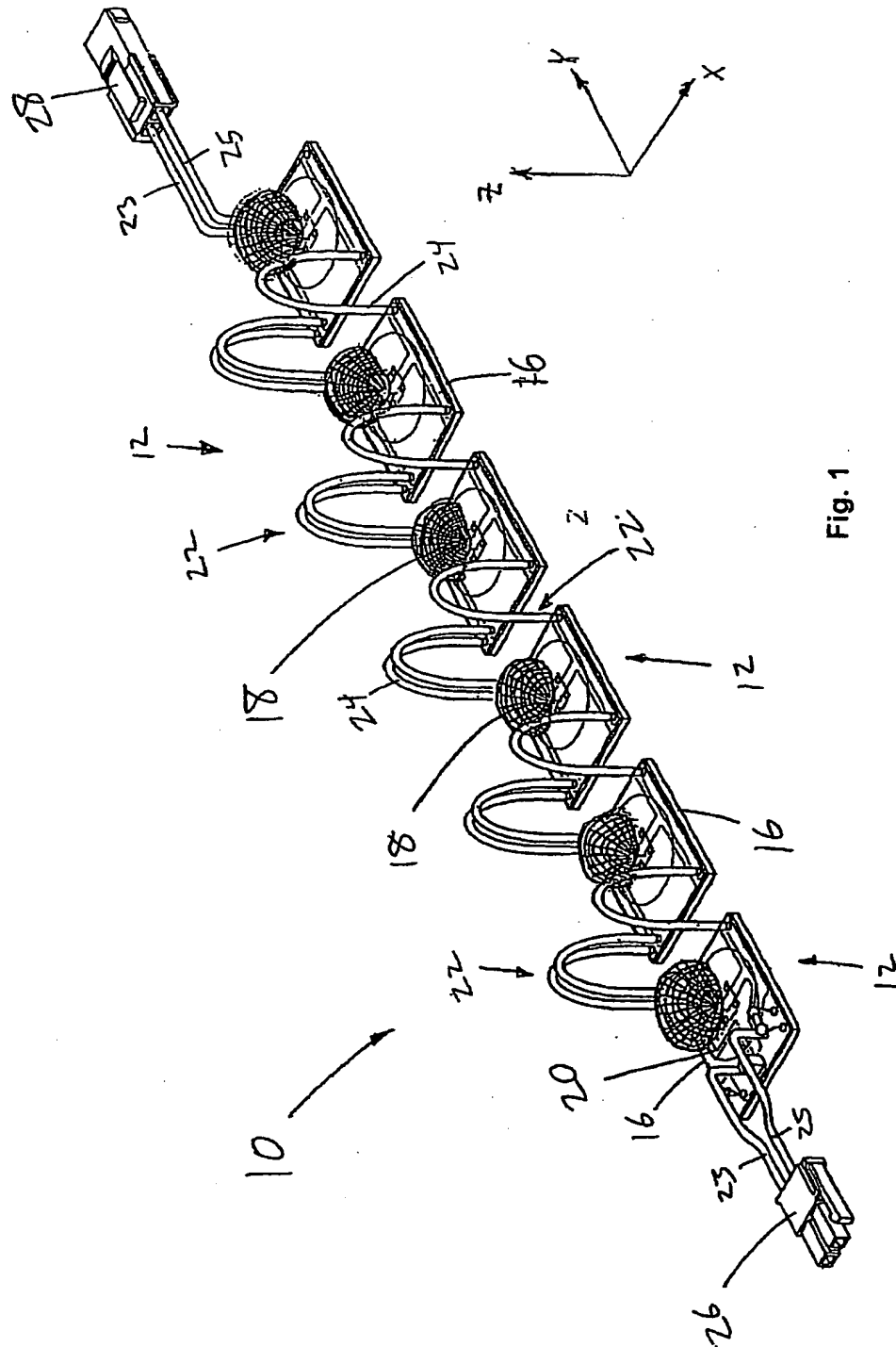


Fig. 1

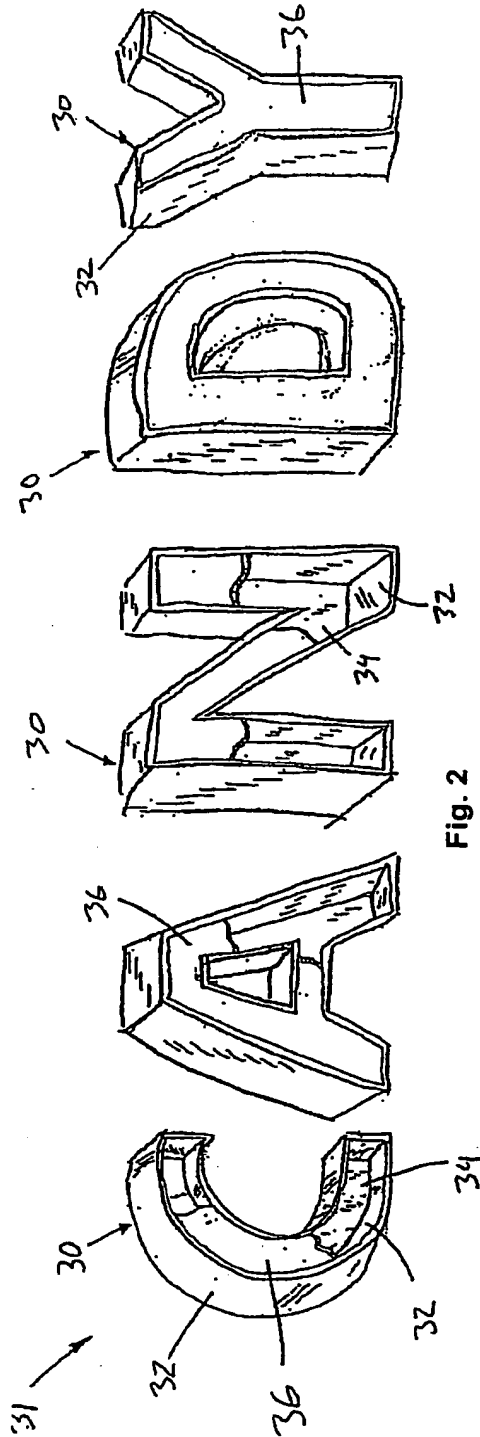


Fig. 2

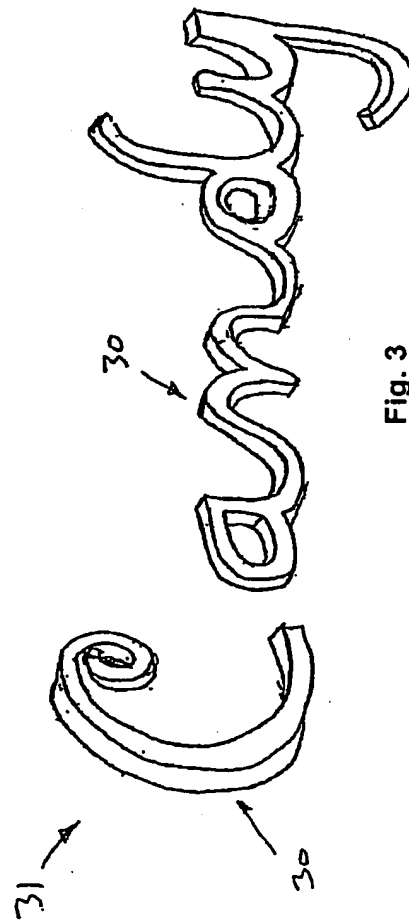


Fig. 3



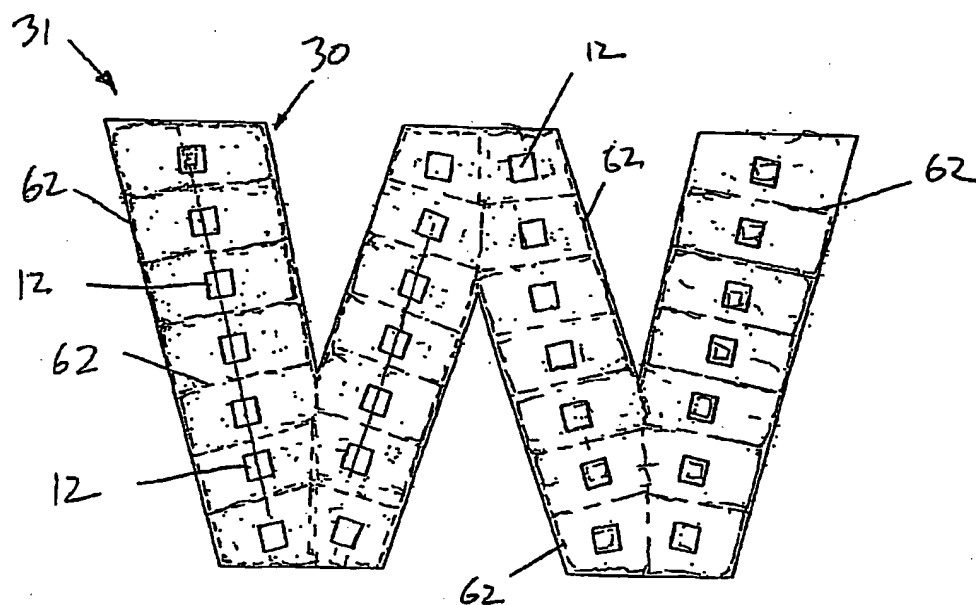
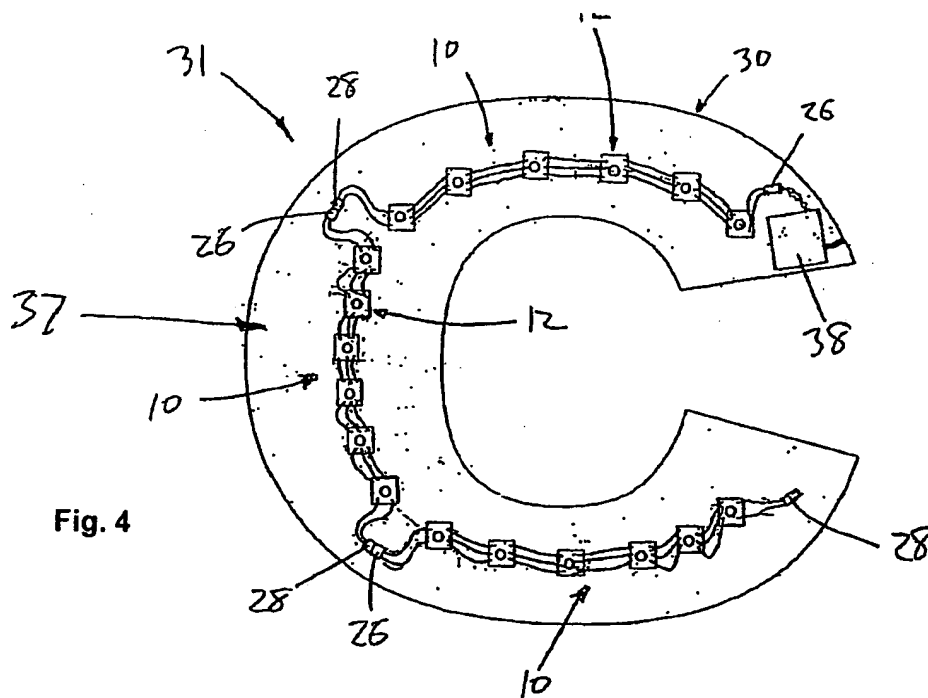


Fig. 7

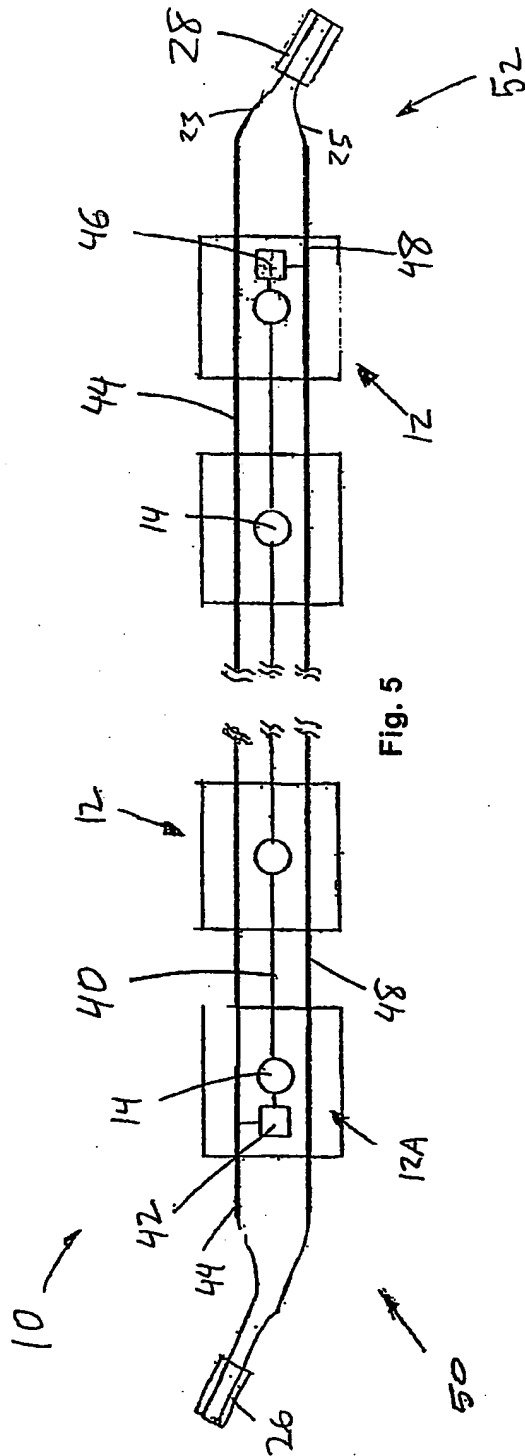


Fig. 5

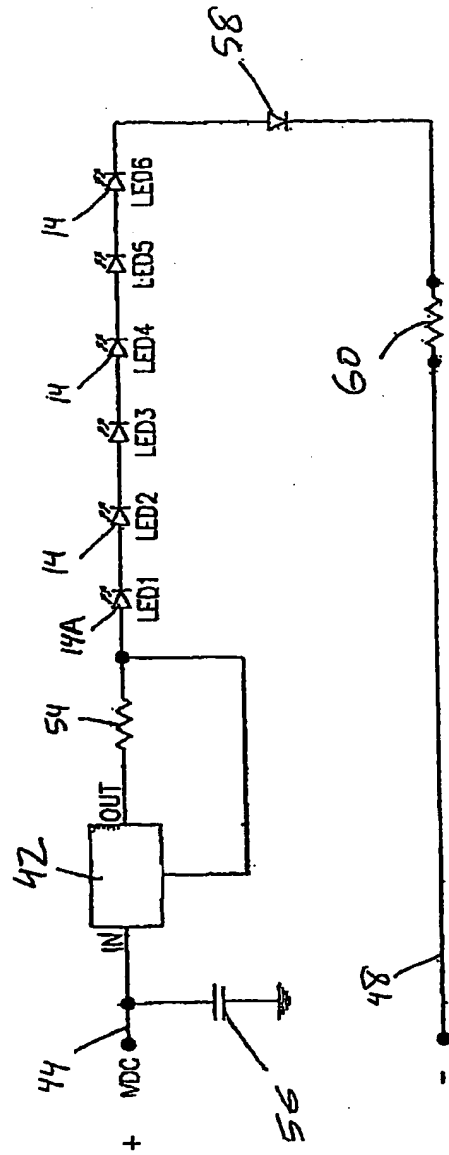


Fig. 6

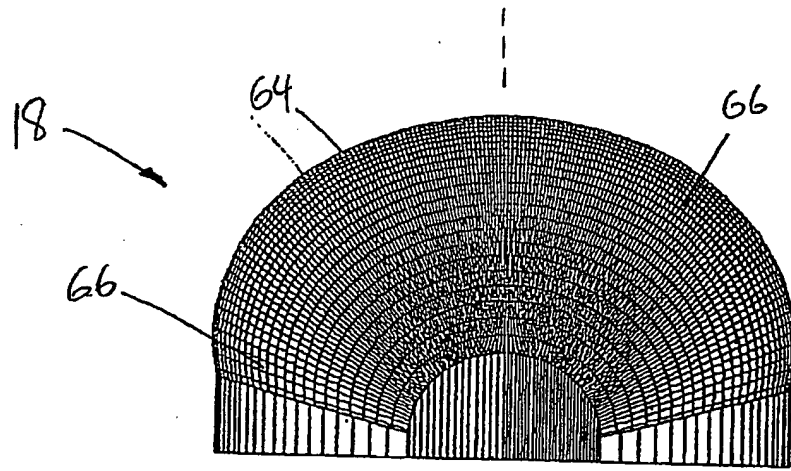


Fig. 8A

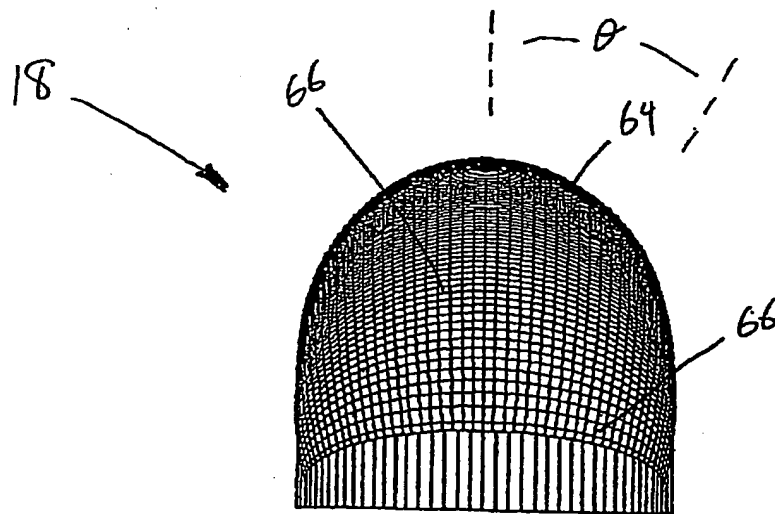
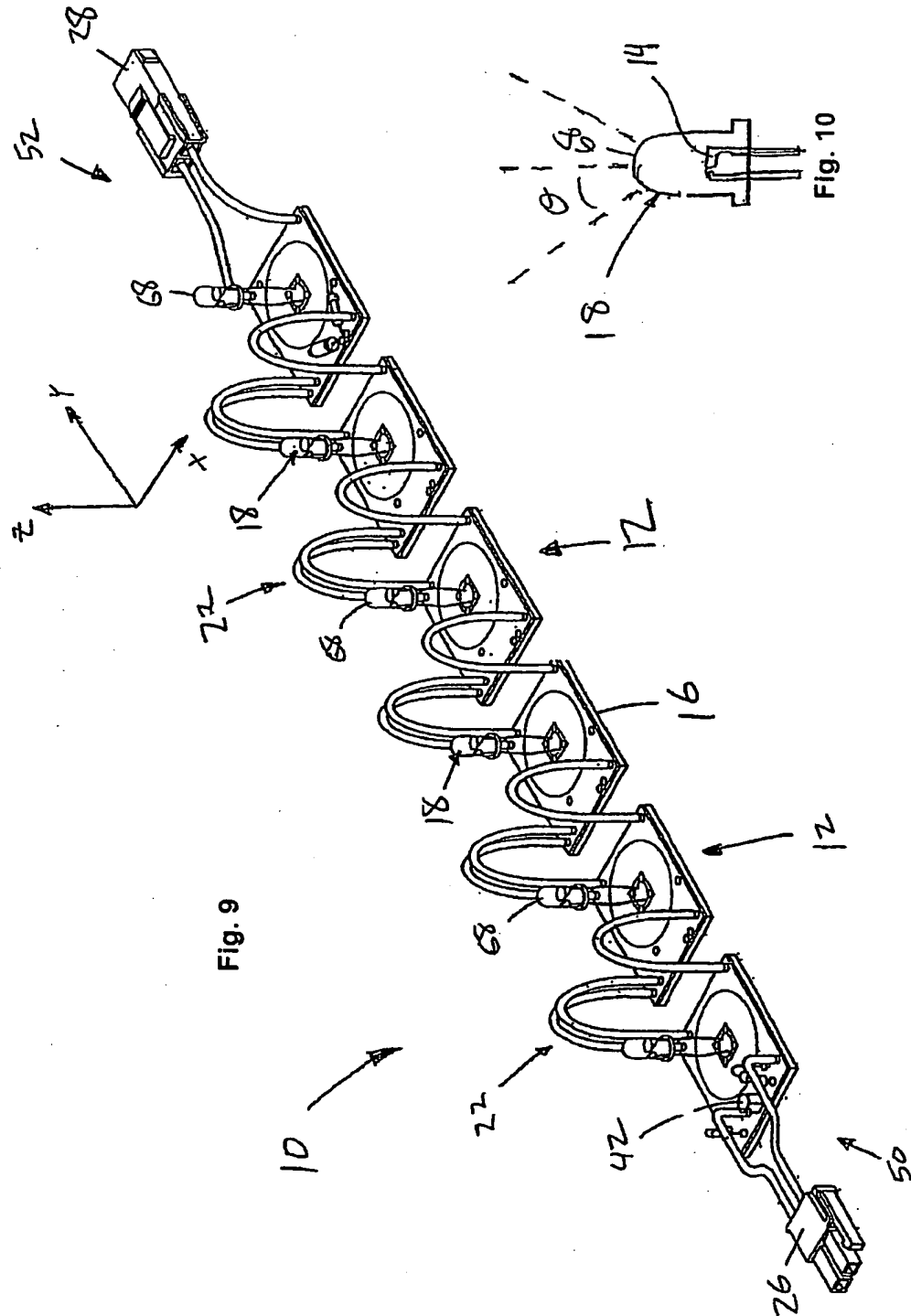
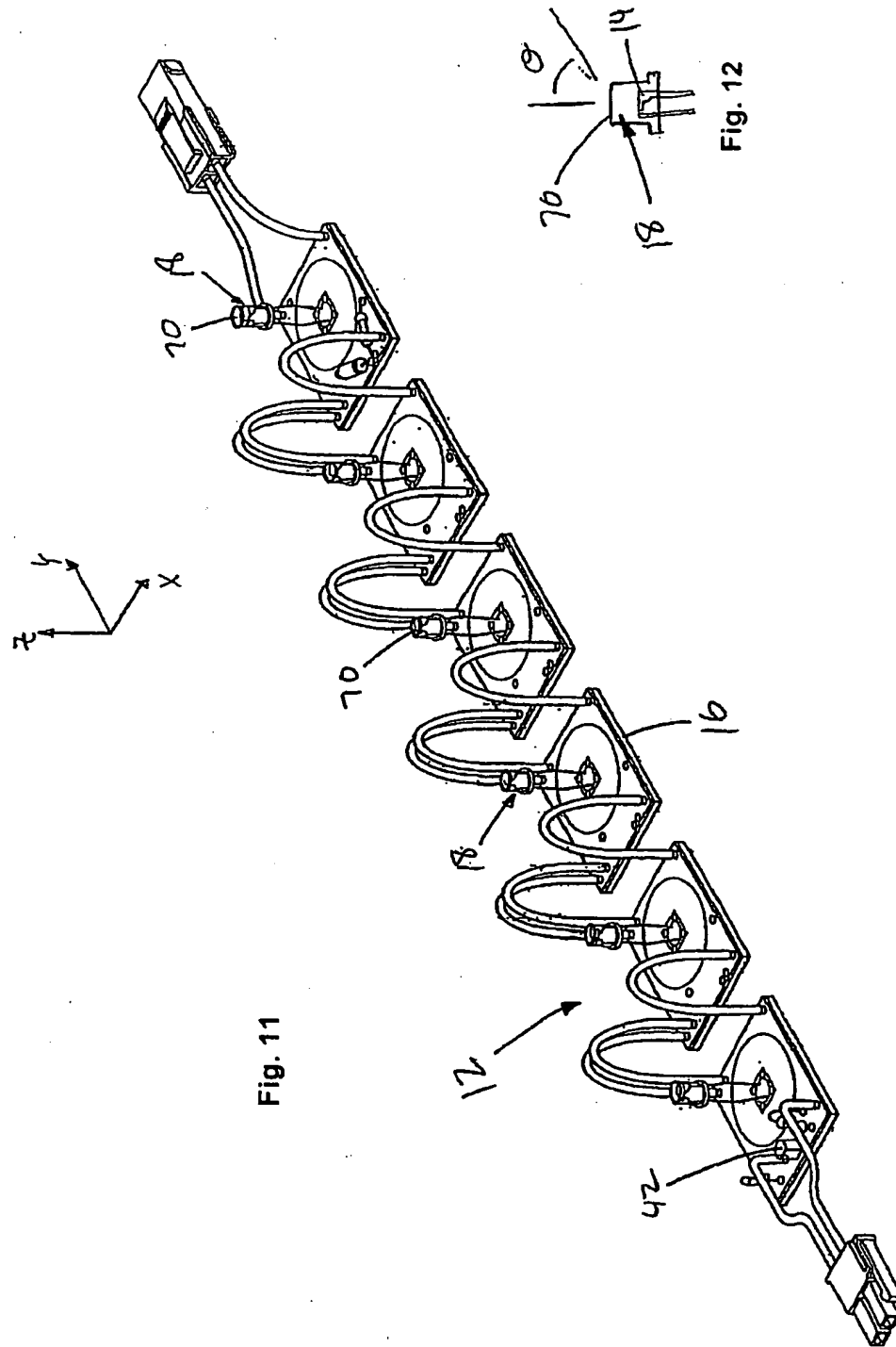
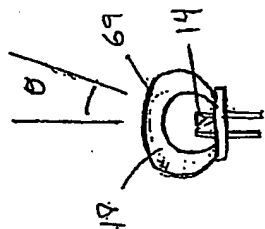
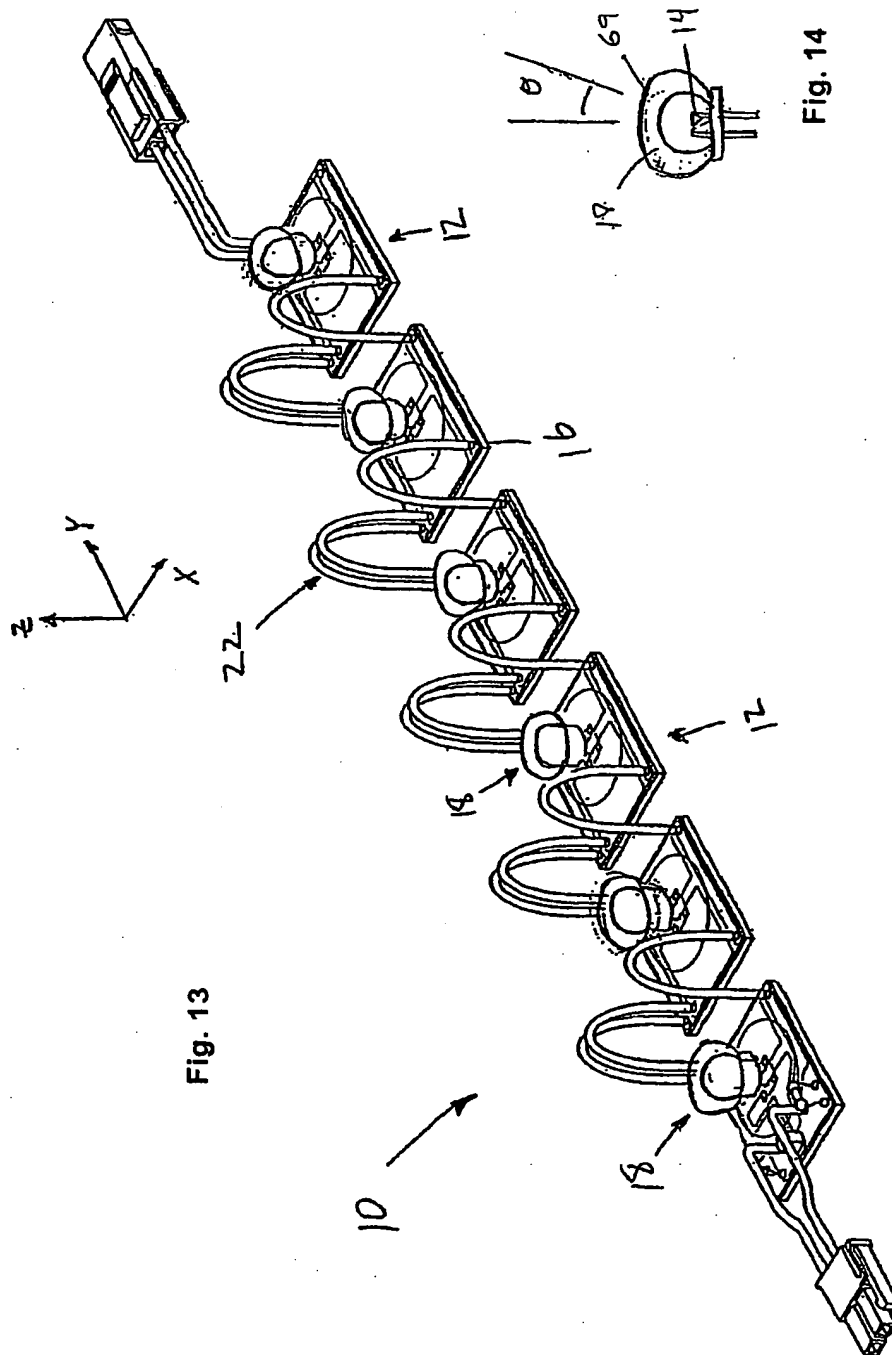


Fig. 8B







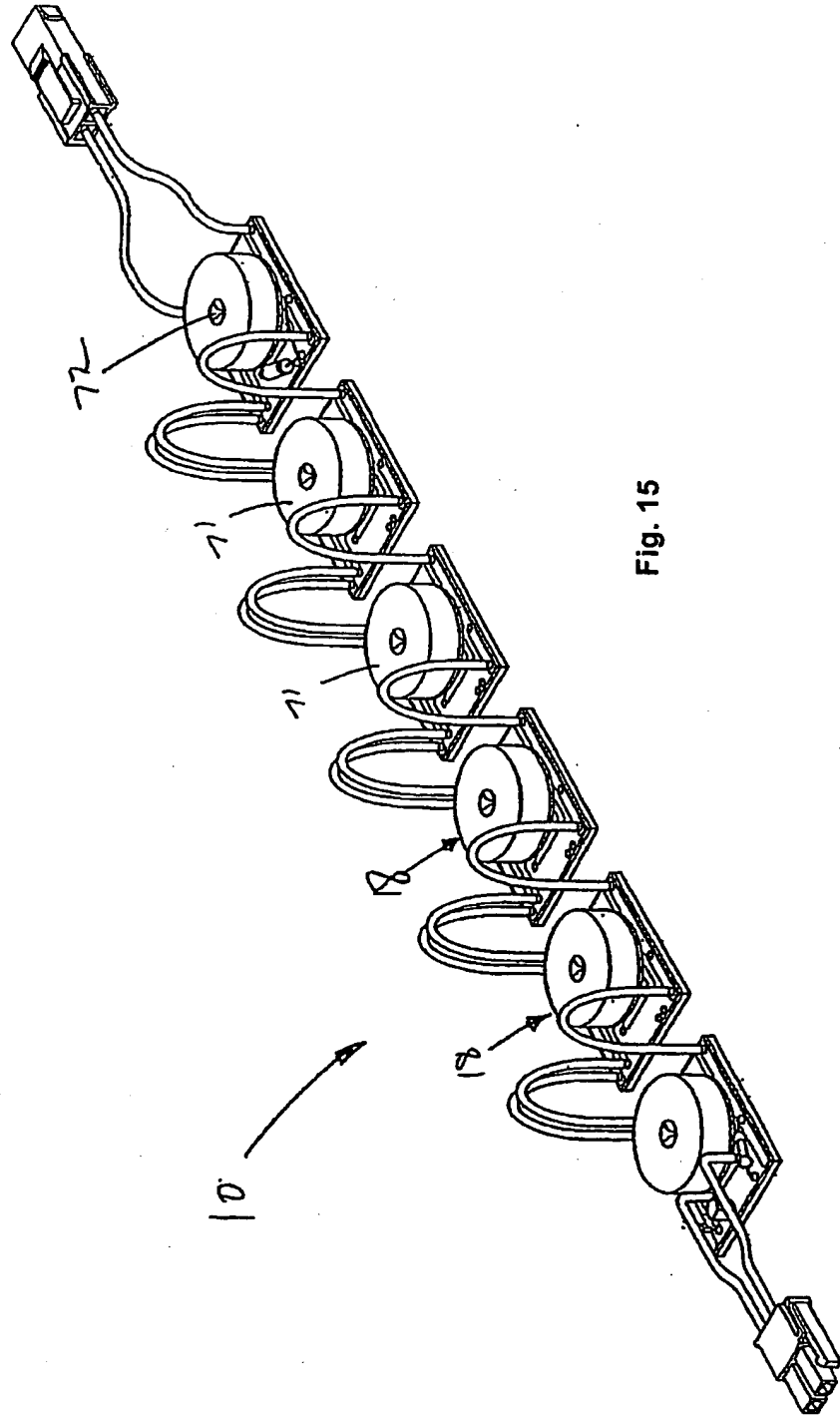


Fig. 15

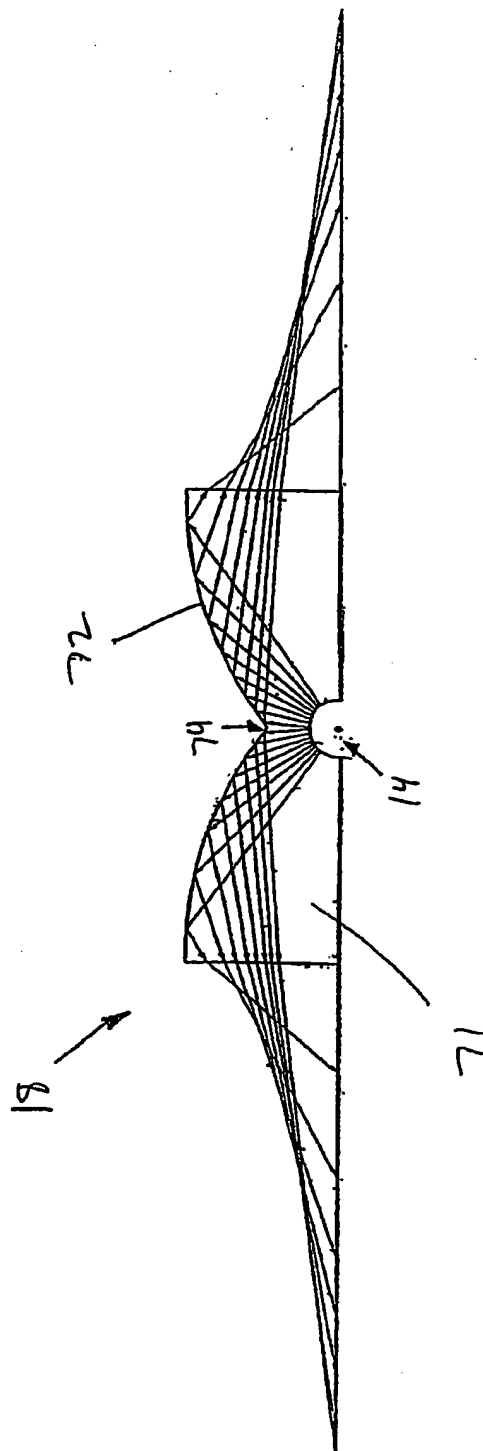


Fig. 16



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**